This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

41

Harvard Medical School

Central Library. 1937.
Bowditch Library

The Gift of

HARVARD COLLEGE

SCIENCE CENTER
LIBRARY

Digitized by Google

Duty to teach

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Dr. ...,
HARVARD ... SCHOOL
BOSTON, MASS.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung

von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**
Professor in Erlangen — Professor in München

herausgegeben

von

Dr. J. Rosenthal,
Professor der Physiologie in Erlangen.

Neunzehnter Band.

1899.

Mit 155 Abbildungen.

Leipzig.

Verlag von Arthur Georgi.

1899.

Digitized by Google

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

41

A

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOLS OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn) Erlangen.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht des neunzehnten Bandes.

O = Original; *R* = Referat.

Seite

Wiesner, Ueber die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke *O* 1
Krämer, Palolountersuchungen *O* 15
Reutti, Uebersicht der Lepidopteren-Fauna des Großherzogtums Baden und der anstoßenden Länder *R* 30
Kükenthal, Leitfaden für das zoologische Praktikum *R* 32
Driesch, Von der Methode der Morphologie *O* 33
Car, Die embryonale Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii* *O* . . 59
Standfuss, Experimentelle zoologische Untersuchungen mit Lepidopteren *R* 75
Krehl, Pathologische Physiologie. Lehrbuch für Studierende und Aerzte *R* 80
Reinke, Gedanken über das Wesen der Organisation *O* 81, 113
Zacharias, Das Plankton des Arendsees *O* 95
Anatomisches von der Naturforscher-Versammlung zu Düsseldorf *R* . . 102
Garbowski, Ein Nachwort über Prof. Apáthy's Nervenlehre *R* . . 110
Karawaiew, Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum* *O* 122, 161, 196
Eisen, The Chromoplasts and the Chromioles *O* 130
Ogneff, Prof. Gilson's „Cellules musculo-glandulaires" *O* 136
Zacharias, Ueber Pseudopodienbildung bei einem Dinoflagellaten *O* . 141
Jost, Ueber Blüten-Anomalien bei *Linaria spuria* *O* 145, 185
Wallengren, Ueber die totale Konjugation bei *Vorticellina* *O* . . . 153
Hubrecht, Blattumkehr im Ei der Affen? *O* 171
Selenka, Bemerkung zu voranstehendem Aufsatze Hubrecht's *O* . . 175
Bokorny, Selbstschutz der Pflanzen gegen Pilze *O* 177
Ehrmann, Das melanotische Pigment und die pigmentbildenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel *R* 202
Klebs, Ueber den Generationswechsel der Thallophyten *O* 209
Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage *R* . . . 226
Goebel, Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegonaten und der Samenpflanzen *R* 236
Krämer, Palolountersuchungen im Oktober und November 1898 in Samoa *O* 237
Roemer, Zahnhistologische Studie *R* 240

Digitized by Google

Seite

Friedlaender, Nochmals der Palolo und die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf physiologische Vorgänge *O* 241
Ehlers, Ueber Palolo (*Eunice viridis* Gr.) *R* 269
Höber, Ueber die Bedeutung der Theorie der Lösungen für Physiologie und Medizin *O* 271
Zacharias, Der Moschuspilz (*Cucurbitaria aquaeductuum*) als Planktonmitglied in Seen *O* 285
Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa *R* 286
Davenport, Experimental Morphology *R* 288
Anzeige 288
Bernstein, Zur Konstitution und Reizleitung der lebenden Substanz *O* 289
Jogodzinski, Ueber Selbständigkeit und Begriff der Organismengattung *O* 295, 327
Church, The Polymorphy of *Cutleria multifida* (Grev.) *R* 308
Zacharias, Ueber einige biologische Unterschiede zwischen Teichen und Seen *O* 313
Bauer, Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schaale in den Vogeleiern *O* 320
Anzeigen 320
Keller, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie *R* 321, 353, 433
Kofoid, Die Süßwasser-Biologie-Stationen in Amerika *O* 339
Plateau, Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Étude sur le rôle de quelques organes dits vexillaires *R* . . 349
Pantel, Le *Thrixion Halidayanum* Rond. *R* 351
Heincke, Naturgeschichte des Herings *R* 363
Labbé, La cytologie expérimentale *R* 383
Hunger, Der Gleitmechanismus im Pflanzenreiche *O* 385
Will, Ueber die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*) *O* 396
Schimkewitsch, Ueber besondere Zellen in der Leibeshöhle der Nematoden *O* 407
Lavdowsky u. Tischutkin, Von den Beziehungen der Dotterelemente zu den Keimblätterzellen *O* 411
Lindner, Die Protozoënkeime im Regenwasser *O* 421, 456
Emery, Compendio die Zoologia *R* 432
Mehnert, K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben *O* 443
Kollmann, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen *R* . . 463
Lee u. Mayer, Grundzüge der mikroskopischen Technik für Zoologen und Anatomen *R* 464
Keller, Die Novemberflora des Jahres 1898 *O* 465
Möbius, Die neuesten Untersuchungen über Antherozoidien und den Befruchtungsprozess bei Blütenpflanzen *O* 473
Zumstein, Kleine Mitteilungen über *Polytoma uvella* *O* 484
Reinhard, Zur Frage über die Bedeutung des Periblastes in der Entwicklung der Knochenfische *O* 486
vom Rath, Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen? *O* 487

Digitized by Google

Seite

Höber, Ueber einige Beziehungen zwischen den Geschmacksqualitäten und dem physikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe *R* . 491
Wiedersheim, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere *R* 496
Mazzarelli, Note sulla Morfologia dei Gasteropodi Tectibranchi *O* 497, 615
Thilo, Sperrvorrichtungen im Tierreiche *O* 504
Beer, Bethe u. Uexküll, Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems *O* 517
Arnhart, Objektive Psychologie *O* 521
Hermann, Leitfaden für das physiologische Praktikum *R* 526
Lehmann, Compendium der organischen Chemie *R* 526
Braun, In eigener Sache 527
71. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München vom 17.—25. September 1899 527
Rübsaamen, Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden *O* . 529, 561, 593
Tornier, Ein Eidechsenschwanz mit Saugscheibe *O* 549
Friedlaender, Verbesserungen und Zusätze zu meinen Notizen über den Palolo *O* 553
Loew, Die chemische Energie der lebenden Zellen *R* 558
Hörmann, Zur chemischen Kontinuität der lebendigen Substanz *R* . . 571
Tangl, Karl Knauthe's Arbeiten über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische *R* 579
Fuhrmann, Zur Kritik der Planktontechnik *O* 584
Zehnder, Die Entstehung des Lebens aus mechanischen Grundlagen entwickelt *R* 590
Ihle, Ueber einige Verbesserungen im System der Arthrozoen *O* . . . 608
Schauinsland, Drei Monate auf einer Korallen-Insel (Laysan) *R* . . 622
Friedmann, Ueber die Pigmentbildung in den Schmetterlingsflügeln *R* 623
Reh, Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche *O* 625
Loew, Was sind die Dominanten Reinke's? *O* 652
Escherich, Zur Anatomie und Biologie von *Paussus turcicus* Frid. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilie *R* 654
Schlater, Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre *O* . 657, 689, 721, 753
Steinmann, Ueber die Bildungsweise des dunklen Pigments bei den Mollusken nebst Bemerkungen über die Entstehung von Kalkkarbonat *R* 681
Oudemans, Falter aus kastrierten Raupen, wie sie aussehen und wie sie sich benehmen *R* 682
Kassowitz, Allgemeine Biologie *R* 684
Nusbaum, Beiträge zur Kenntnis der Innervation des Gefäßsystems nebst einigen Bemerkungen über das subepidermale Nervenzellengeflecht bei den Crustaceen *O* 700
Kathariner, Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Puppe vom Tagpfauenauge (*V. jo* L.) *O* 712
Imhof, Sylvestre Biologie *O* 719
Rosenthal, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven *R* . . . 720
Wolff, Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt *R* 738
Keibel, Bemerkungen zu Mehnert's Aufsatz: K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben *O* 744
Ammon, Anthropologie der Badener *R* 747

Digitized by Google

	Seite
Imhof, Aëriale Biologie *O*	751
Bechterew, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark *R*	752
Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze *R*	771
Eimer u. Fickert, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen *R*	773
Krüger, Ueber die Entwicklung der Flügel der Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer *R*	779
Knauthe, Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter *O*	783
Oppenheimer, Toxine und Schutzstoffe *R*	799
Wilms, Die Mischgeschwülste, Heft 1. Die Mischgeschwülste der Niere *R*	815
Rieder, Atlas der klinischen Mikroskopie des Harnes *R*	816

Berichtigungen.

S. 414 Z. 17 (von oben):

Statt:	Soll:
in den unbebrüteten Eiern während der Anfangsstunden der Bebrütung.	in den unbebrüteten Eiern *oder auch* während der . . . etc.

S. 421 Z. 6 (von oben):

die Nuklein-Chromatinkugeln die Elemente des weißen Dotters	die Nuklein-Chromatinkugeln *der* Elemente des weißen Dotters

Der in Nr. 12 und 13 ds. Blattes veröffentlichte Aufsatz über Protozoënkeime im Regenwasser enthält in der Anmerkung zu S. 435 die Angabe, dass zahllose, lebhaft sich umhertummelnde kleinste Sporozoën in den Regenwasser-Kulturen vom April und Mai ds. Js. gefunden worden seien. — Der Verf. des betr. Artikels teilt uns jetzt mit, dass er unter Sporozoën an dieser Stelle nur kleinste sporenartige tierische Lebewesen verstanden habe, die aber nicht zu der in den zoolog. Lehrbüchern beschriebenen Klasse der Sporozoën, sondern zur Abteilung kleiner bewimperter Monaden sens. str. — den sog. Zoosporëen (cf. Claus, Lehrbuch der Zoologie, 1897, S. 230) zu zählen sind.

S. 386	Anm. 5	statt	Schleimhaut	lies Schleimbildung.
„ 387	Zeile 16 v. o.	„	Gallertkapseln	„ Gallertkappen.
„ 387	„ 20 v. o.	„	Gallertklappen	„ „
„ 387	Anm. 1	„	Annosporenbildung	„ Auxosporenbildung.
„ 388	Zeile 7 v. u.	„	Endogen	„ Enzym.
„ 388	Anm. 2	„	Woulist	„ Douliot.
„ 390	Zeile 8 v. o.	„	Marchadiales und Impermaniales	lies Marchantiales und Jungermaniales.
„ 390	Z. 21 u. 22 v. o.	„	Impermaniales	lies Jungermaniales.
„ 390	Zeile 5 v. u.	„	Schlingpapillen	„ Schleimpapillen.
„ 392	„ 16 v. u.	„	*Rumea*	„ *Rumex.*
„ 392	„ 6 v. u.	hinter *cassubicus* fehlt ein Komma.		
„ 392	„ 6 v. u.	statt *sylvestris*		lies *silvestris.*
„ 392	„ 5 v. u.	„ *Anthrantus*		„ *Centranthus.*
„ 393	„ 13 v. o.	„ *Rumea*		„ *Rumex.*

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Januar 1899.** **Nr. 1.**

Inhalt: **Wiesner**, Ueber die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. — **Krämer**, Palolountersuchungen. — **Reutti**, Uebersicht der Lepidopteren-Fauna des Großherzogtums Baden und der anstoßenden Länder. — **Kükenthal**, Leitfaden für das zoologische Praktikum.

Ueber die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke[1]).

Von **J. Wiesner.**

1. Bei der Fortsetzung meiner Studien über den Lichtgenuss der Pflanzen[2]) bin ich zu dem Resultate gelangt, dass man rücksichtlich der Anpassung der Blätter an die Lichtstärke zunächst folgende zwei physiologische Formen der grünen assimilierenden Blätter unterscheiden könne: photometrische und aphotometrische Blätter.

Unter photometrischen Blättern verstehe ich diejenigen Laubblätter, welche im Lichte und durch das Licht eine bestimmte Lage zum Lichte annehmen, um entweder möglichst viel Licht zu gewinnen, oder zu starkes Licht abzuwehren, oder um beiden Zwecken zu dienen. Die meisten Laubblätter haben, wie die unmittelbare Beobachtung lehrt, den photometrischen Charakter.

Unter aphotometrischen Blättern verstehe ich solche an das Licht angewiesene Blätter, welche die eben genannten Eignungen nicht besitzen.

1) Die in obiger kleinen Abhandlung vorgeführte Uebersicht über die wichtigsten Anpassungsformen des Laubblattes an die Lichtstärke hat nur den Charakter einer vorläufigen Mitteilung. In einem in Vorbereitung befindlichen dem Lichtbedarf der Pflanze gewidmeten Werke sollen die Anpassungsformen des Laubblattes an die Lichtstärke ausführlich abgehandelt werden.

2) Wiesner, Unters. über den Lichtgenuss der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Cairo und Buitenzorg (Java). Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 104 (1895).

Digitized by Google

Viele kraut- oder staudenartige Steppen- und Wüstenpflanzen besitzen solche aphotometrische Blätter, aber auch manche auf gewöhnlichen sonnigen Standort angewiesene Gewächse, selbst Bäume, z. B. die Föhre.

Das aphotometrische Blatt nimmt im ausgewachsenen Zustande gewöhnlich eine Lage an, welche gar keine Beziehung zum Lichte hat, eine Lage, welche weder dazu dient, um viel Licht zu gewinnen, noch um zu starkes Licht abzuwehren. Ein ausgezeichnetes Beispiel solcher aphotometrischer Blätter sind die Nadeln der Föhrenarten (*Pinus* sp.).

Im ausgewachsenen Zustande nehmen dieselben eine fixe Lichtlage ein, welche zum Lichteinfall in keinem bestimmten Verhältnis steht. Die Unterseite ist ebenso häufig gegen das stärkere Licht gekehrt als die Oberseite.

Das aphotometrische Blatt kann aber auch eine Lage zum Lichte einnehmen, welche für dasselbe vorteilhaft ist. Diese Lage zum Lichte wird aber in dem Blatte nicht durch das Licht vollzogen. Dieser merkwürdige Fall der Anpassung kommt z. B. bei den gewöhnlichen Gräsern, nämlich bei jenen Grasarten vor, welche lange, schmale, dünne Blätter besitzen. (Ueber aphotometrische Grasblätter s. unten Nr. 15.)

Das photometrische Blatt erscheint von dem aphotometrischen vollkommen verschieden. Doch gehen beide phylogenetisch zweifellos ineinander über. Deshalb können Spuren photometrischer Ausbildung auch bei aphotometrischen Blättern vorkommen, die aber der Pflanze keinen Nutzen gewähren und oft erst durch subtile Experimente zu finden sind. So sind die Nadeln von *Pinus* im schwachen Lichte heliotropisch, was relativ leicht an etiolierten Keimblättern von *Pinus Laricio* konstatiert werden kann.

2. Das photometrische Blatt zeigt in Bezug auf sein Verhalten gegen das Licht eine große Mannigfaltigkeit, welche sich nach meiner dermaligen Einsicht in die Verhältnisse am besten übersehen lässt, wenn man zwischen euphotometrischen und panphotometrischen Blättern unterscheidet.

Unter einem euphotometrischen Blatte verstehe ich dasjenige, welches sich im Lichte so ausbreitet und zum Lichteinfall so orientiert, dass es das Maximum der Menge diffusen Lichtes des ihm zufallenden Lichtareals empfängt.

Unter einem panphotometrischen Blatte verstehe ich dasjenige, welches sowohl Sonnen- als diffuses Licht genießt, aber ersteres zum Teile oder auch beinahe vollständig abwehrt, letzteres aber gewöhnlich in minderem Maße, als das euphotometrische, sich anzueignen befähigt ist.

Das panphotometrische Blatt nimmt entweder die fixe Lichtlage an, und wehrt dann in Folge seiner gekrümmten Gestalt einen Teil

Digitized by Google

des parallelen Lichtes ab (gewöhnlicher Fall), oder es ist wie das Blatt von *Robinia Pseudoacacia* selbst im ausgewachsenen Zustande befähigt, dem starken Sonnenlicht auszuweichen und im diffusen Lichte zum Zwecke einer reichlichen Aufnahme von Licht sich auszubreiten.

Wenn nun auch diese beiden physiologischen Formen des Laubblattes, nämlich das euphotometrische und das panphotometrische, scharf charakterisiert sind, so erscheinen sie doch durch zahlreiche Uebergänge verbunden. Sie gehen selbst in der Ontogenese ineinander über.

Es giebt Gewächse, welche nur euphotometrische, und andere, welche nur panphotometrische Blätter hervorbringen, aber es giebt Gewächse, inbesondere zahlreiche Holzgewächse, bei welchen, je nach der Beleuchtungsintensität ein Teil des Laubes sich zu euphotometrischen, ein anderer zu panphotometrischen Blättern umbildet. Ich werde weiter unten an passender Stelle charakteristische Beispiele vorführen.

3. Das euphotometrische Blatt ist vor allem dadurch charakterisiert, dass es a) eben ausgebreitet ist; b) dass es auf die fixe Lichtlage[1]) angewiesen ist, und dass es c) in der fixen Lichtlage stets senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes des dem Blatte zu Gebote stehenden Lichtareals orientiert ist.

Auf einige andere wichtige Eigentümlichkeiten des euphotometrischen Blattes wird erst später die Aufmerksamkeit gelenkt werden.

Würde es sich um die Einwirkung direkten (parallelen) Sonnenlichtes handeln, so wäre es ohne weiters verständlich, dass bei senkrechtem Lichteinfall auf der ebenen Fläche die größte Lichtmenge auffallen muss. Da aber die euphotometrischen Blätter, wie ich später noch näher darthun werde, nur vom diffusen Lichte abhängig sind, so entsteht die Frage, ob auch dem diffusen Lichte gegenüber die ebene Fläche diejenige ist, welche die maximale Beleuchtung gewährleistet.

Da das diffuse Licht selbst auf die kleinste Fläche nach unendlich vielen Richtungen seine Strahlen sendet, und die Intensität der Strahlen, je nach der Richtung, verschieden ist, so lässt sich die Frage nur experimentell lösen. Dabei ist mit Rücksicht auf die natürlichen Beleuchtungsverhältnisse die Thatsache zu beachten, dass die Intensität des diffusen Tageslichtes vom Zenith gegen den Horizont abnimmt[2]). Welche Lage man nun aber immer einer konkaven oder konvexen Fläche gegen den Horizont geben mag, immer ist *ceteris paribus* die Menge des diffusen Lichtes, welche auf die gekrümmte Fläche fällt, kleiner als auf einer ebenso zu der fraglichen gekrümmten Fläche symmetrisch orientierten Tangentialfläche.

1) Wiesner, Heliotropismus, 2. Teil. Denkschriften der kais. Akademie der Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 43 (1880).

2) Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photochem. Klimas im arktischen Gebiete. Denkschriften l. c. (1898).

Digitized by Google

Am einfachsten kann man sich von der Richtigkeit dieses Sachverhaltes überzeugen durch Anwendung der von mir für ähnliche Zwecke oft angewendeten photometrischen Methode[1]).

Ich führe zur nähern Erläuterung einige Beispiele an.

Ein Streifen photographischen Normalpapiers wird eben und horizontal liegend dem Lichte exponiert, desgleichen ein Streifen, welcher einem halbierten Hohlcylinder genau angepasst ist und ein Streifen, welcher einem halbierten Cylinder auf der konvexen Seite aufliegt. Ich habe also das Normalpapier konvex und konkav gekrümmt vor mir und ich stelle die symmetrische Tangierungsebene der beiden krummen Flächen parallel zur ebenen Fläche und alle drei horizontal. Sie sind alle dem Zenithlichte ausgesetzt, und selbstverständlich exponiere ich alle drei durch gleiche Zeit. Der ebene Streifen färbt sich gleichmäßig im Lichte, die gekrümmten Streifen aber ungleichmäßig (symmetrisch). Bestimme ich nach dem bekannten Gesetze $Jt = J't'$ die Intensität des auf den ebenen Streifen aufgefallenen Lichtes (J^e) im Vergleiche zur (mittleren) Intensität des auf die konvexe (J_x), und zur (mittleren) Intensität des auf die konkave Fläche fallenden Lichtes (J_c) so erhalte ich verschiedene Werte, welche von den Beleuchtungsverhältnissen des Himmels abhängig sind. Bei einer Gesamtintensität = 0·3 (im Bunsen'schen Maß) und bedecktem Himmel erhielt ich:

$$J^e : J_x : J_c = 152 : 107 : 100.$$

Drei ähnlich adjustierte Normalstreifen wurden bei gleicher Beleuchtung wie im früheren Falle derart exponiert, dass der ebene Streifen, beziehungsweise die symmetrischen Tangierungsebenen der gekrümmten Streifen vertikal zu stehen kamen. Im früheren Falle waren die Streifen dem Oberlichte, in diesem Falle dem Vorderlichte (nach Norden) exponiert. Es wurde gefunden (bei J = 0·3):

$$J^e : J_x : J_c = 112 : 100 : 102.$$

In beiden Fällen ist die ebene Fläche am stärksten beleuchtet gewesen. Der Vergleich lehrt aber auch, dass das Oberlicht die ebene Fläche im Vergleich zu den gekrümmten auffallend stärker beleuchtet als das Vorderlicht, was durch die relative Stärke des Zenithlichtes bedingt wird.

Alle diesbezüglich von mir ausgeführten Versuche ergaben, dass das diffuse Licht sich bei der Beleuchtung ebener und gekrümmter Flächen so wie parallel auffallendes Licht verhält, welches sich rücksichtlich seiner Stärke und Richtung als die Resultierende der das diffuse Licht zusammensetzenden Strahlen erweist.

Man kann also den Satz aussprechen: Wie im parallelen Sonnenlichte empfängt auch im diffusen Lichte bei senk-

1) Unters. über das photochemische Klima von Wien, Cairo und Buitenzorg. Denkschriften l. c. (1896).

Digitized by Google

rechter Lage zum Einfall des stärksten Lichtes die ebene Fläche im Vergleiche zur gekrümmten die größte Lichtmenge.

Man kann somit mit voller Sicherheit den Satz aussprechen, dass ein sich eben ausbreitendes, senkrecht zum stärksten diffusen Lichte orientiertes Blatt die größte Menge des ihm zugänglichen diffusen Lichtes empfangen wird. Es wird ein solches eben ausgebreitetes Blatt mehr diffuses Licht empfangen, als wenn es, im großen Ganzen seine Richtung gegen das Licht beibehaltend, sich konvex oder konkav krümmen würde.

Wenn also ein Blatt eben ausgebreitet ist, und wenn der Versuch lehrt, dass es sich senkrecht auf das ihm zugängliche stärkste diffuse Licht orientiert hat, so stellt es sich als ein euphotometrisches Blatt dar. Diese Charakteristik ist eine ganz unzweideutige.

4. Die klarsten und reichlichsten Beispiele euphotometrischer Blätter bietet die Vegetation des Waldes dar. Mitten im Walde treten ganz eigentümliche Lichtverhältnisse auf, wie meine photometrischen Untersuchungen ergeben haben. Mitten im Walde ist zu allen Tagesstunden, wo immer die Sonne stehen mag, und ob der Himmel bedeckt ist oder nicht, das diffuse Vorderlicht von gleicher Stärke, von welcher Seite man es messen mag. Wenn ich also das diffuse Licht im Walde auf eine nach Norden, Süden, Osten oder Westen gelegene Vertikalfläche fallen lasse, so finde ich jederzeit, dass die Lichtstärke die gleiche ist. Hingegen ist das Oberlicht, d. i. das auf die horizontale Fläche fallende diffuse Licht stets beträchtlich stärker als das Vorderlicht, in der Regel mehr als doppelt so intensiv als das Vorderlicht. Untersucht man nun mitten im Walde, rücksichtlich der Lage, die Blätter der Bäume, des Unterholzes, der krautigen Vegetation, so sieht man, dass die Blätter genau horizontal ausgebreitet sind. Es ist dies nunmehr ganz verständlich; die Blätter müssen sich um so sicherer nach dem Oberlichte orientieren, als das Vorderlicht nach allen Richtungen gleichmäßig auf sie einwirkt, und im Vergleiche zum Oberlichte stets das schwächere ist.

Am Waldrande, oder wo im Walde sich eine Baumlücke befindet, sind die Lichtverhältnisse bereits andere als mitten im geschlossenen Waldbestande, und man wird dann finden, dass gerade Blätter jener Gewächse, welche im tiefen Waldesschatten genau horizontal liegen, nunmehr eine schiefe Stellung einnehmen. Prüft man diese Stellung, so wird man, falls die Lichtstärke an den Orten, wo die betreffenden Blätter sich vorfinden, nicht zu groß ist, trotzdem die Blattflächen senkrecht auf das stärkste diffuse Licht orientiert finden. Die Beleuchtungsverhältnisse des Waldes bringen es mit sich, dass die Blätter der daselbst angesiedelten Gewächse den euphotometrischen Charakter besitzen. Dies ist die Regel. Manche Ausnahme kömmt vor, wird aber

Digitized by Google

nunmehr verständlich sein, z. B. die Einwanderung von Pflanzen in den Wald, deren Blätter auf schattigem Standort nicht gut gedeihen können, oder das Auftreten von Pflanzen, welche selbst auf sehr schattigen Standorten ihre Blätter nicht vollkommen „euphotometrisch" ausbilden, z. B. *Sanicula europaea*. Die Blätter dieser Pflanze sind im tiefen Waldesschatten allerdings im Ganzen als horizontal orientiert zu betrachten; aber sie sind nicht genau horizontal ausgebreitet, sondern nach oben mehr minder stark konkav, empfangen somit weniger Licht, als auf ihrem Standorte möglich wäre und als sie erhalten würden, wenn sie vollkommen horizontal ausgebreitet wären. Nur im tiefsten Waldesschatten habe ich Exemplare von *Sanicula europaea* gefunden, deren Blätter sich bei genau horizontaler Stellung nahezu vollständig eben ausgebreitet hatten.

5. Pflanzen, welche auf tiefschattige Standorte angewiesen sind, besitzen stets euphotometrische Blätter. Auf sonnigen Standorten gehen solche Pflanzen zu grunde, falls ihre Blätter nicht die Fähigkeit besitzen, sich in panphotometrische umzuwandeln, welcher Fall immer eintritt, wenn die betreffende Pflanze sowohl Schatten als direktes Sonnenlicht verträgt.

Alle unsere Laubbäume, ja man kann sagen, alle unsere belaubten Holzgewächse gehören in diese zuletzt genannte Kategorie: ihre direkt besonnten, überhaupt die stark beleuchteten Blätter werden panphotometrisch, die im Innern der Baumkrone befindlichen oder überhaupt die im Schatten befindlichen Blätter werden euphotometrisch.

Das panphotometrische Blatt ist zum Teil dem diffusen, zum Teil dem Sonnenlichte angepasst; es trachtet ersteres reichlich zu genießen, letzteres desgleichen, aber, wenn es zu stark ist, abzuwehren.

Diese Doppelfunktion kömmt in verschiedener Weise zustande, je nachdem das Blatt entweder die fixe Lichtlage annimmt, oder, wie dies bei den Blättern von *Robinia* und zahlreichen anderen Leguminosen sowie vielen anderen Pflanzen der Fall ist, die Lage des Blattes selbst im ausgewachsenen Zustande mit dem Lichteinfall sich zu ändern vermag.

Im ersteren Falle ist dann in der Regel die Blattspreite gekrümmt oder überhaupt nicht in eine Ebene ausgebreitet und daran der panphotometrische Charakter des Laubblattes sofort zu erkennen; seltener ist ein in fixer Lichtlage befindliches panphotometrisches Blatt eben wie ein euphotometrisches und als solches erst daran zu erkennen, dass es seine Spreite nicht genau senkrecht auf das stärkste diffuse Licht stellt (*Populus*, die meisten *Salix*-Arten). Im letzteren Falle ist das Blatt, wie bekannt, durch Gelenke des Blattes oder der Blättchen, oder beider befähigt, dem starken Sonnenlichte auszuweichen. Im diffusen Lichte nehmen diese Blätter aber wieder eine Lage ein, welche sie befähigt, reichlich diffuses Licht zu genießen.

Digitized by Google

6. Betrachten wir vor allem den ersteren Fall in seiner gewöhnlichen Ausbildung.

Die Spreite ist, wie schon bemerkt, nicht eben ausgebreitet, sondern entweder gekrümmt, oder mit nach oben oder außen offenem Winkel zusammengelegt, wie ein Bogen Papier (*Syringa persica* und *S. vulgaris*). Die Krümmung der Spreite ist mehr oder minder scharf ausgeprägt, zumeist konkav, aber auch konvex, beides sehr mannigfaltig, häufig charakteristisch, z. B. bei *Viburnum Lantana*, wo die stark besonnten Blätter ihren Rand so emporkrümmen, dass das Blatt eine schüsselförmige Gestalt annimmt. Oft ist, wie bei den großen grundständigen Blättern von *Armoracia* (Meerrettig) die Krümmung der Spreite sehr mannigfaltig, teils konkav, teils konvex.

Ich erinnere hier auch an die wellig gebogenen, im Ganzen indess doch konkav gekrümmten Blätter von *Pelargonium zonale*.

Wie nun diese Blätter auch gekrümmt sein mögen, immer hat die Krümmung den Zweck, die dem betreffenden Blatte faktisch zugängliche Menge des Lichtes zu vermindern, vornehmlich die Menge des auffallenden Sonnenlichtes. Dass dieses und nicht das diffuse Licht durch die Biegung und Krümmung der Blätter abzuhalten ist, kann wohl der Thatsache entnommen werden, dass auch diese Blätter das Bestreben haben, möglichst viel diffuses Licht zu genießen. Davon kann man sich am besten überzeugen, wenn man Pflanzen, deren Blätter die Eignung zu panphotometrischer Ausbildung besitzen, einseitigem diffusen Tageslicht aussetzt, aber durch Exposition nach Süden dafür Sorge trägt, dass sie zeitweilig so stark beleuchtet sind, dass sie den panphotometrischen Charakter nicht verlieren. Stellt man eine solche Pflanze, z. B. *Pelargonium zonale* in der angegebenen Weise auf, so bleiben die Blattspreiten allerdings hohl gekrümmt, aber sie stellen sich unter einander parallel und senkrecht zum stärksten diffusen Licht.

7. Betrachten wir nun den genannten, *Populus* und *Salix* betreffenden Fall näher. Bei den meisten *Populus*-Arten (z. B. *P. tremula*) und vielen *Salix*-Arten ist die Blattspreite vollkommen eben, sowohl in der Peripherie der Krone oder der Laubmassen überhaupt, als auch in tieferen Partien der Krone oder der Laubmassen[1]). Die Blätter dieser Gewächse sind im Sonnenlichte, obgleich sie eben ausgebreitet sind, nicht euphotometrisch, sondern panphotometrisch: sie stellen sich so, dass sie, bei fixer Lichtlage, das stärkste Licht vermeiden: genießen aber nicht das Maximum des diffusen Lichtes[2]). Letzteres wäre bei so freier Exposition auch nicht mög-

1) An stark besonnten Lohdentrieben und jungen Sämlingen von *Populus tremula* habe ich indess die Laubblätter konkav gekrümmt gefunden.

2) Auf solche Fälle von fixer Lichtlage habe ich schon früher (Heliotropismus II, S. 45) aufmerksam gemacht. Ich bezeichnete sie als „ungünstige fixe Lichtlage".

Digitized by Google

lich, da unter diesen Umständen das stärkste diffuse Licht überhaupt keine konstante Richtung hat. Es fällt bei ziemlich freier Exposition und starker Beleuchtung das stärkste diffuse Licht je nach der Tageszeit und je nach der Lage nach Nord, Süd, Ost oder West in eine andere Richtung und nur bei stark und gleichmäßig bewölktem Himmel hören die Intensitätsunterschiede je nach der Weltgegend auf, indem dann das Vorderlicht, wie im Walde, nach allen Richtungen gleich wird [1]). Die Wirkung des stärksten diffusen Lichtes währt in diesem Falle zu kurz an, als dass bei fixer Lichtlage des Blattes dieses seine Spreite nach dem stärksten diffusen Lichte des Standortes richten könnte. Da diese Blätter aber doch eine fixe Lichtlage annehmen, so kömmt es nur zu einer mehr oder minder starken Annäherung an das stärkste diffuse Licht des Standortes.

Ganz anders muss sich das euphotometrische Blatt verhalten, dessen Lichtareale während der ganzen Beleuchtungszeit stets die gleiche Richtung des stärksten Lichtes aufweist. Ein solches Blatt befindet sich innerhalb der Laubkrone unter denselben Lichtverhältnissen, wie in der Tiefe eines Zimmers, in welchem immer dasselbe Stück des Himmels diffuses Licht einstrahlt. In der Tiefe eines Zimmers hat eben das diffuse Licht stets dieselbe resultierende Richtung, d. h. das stärkste diffuse Licht behält seine Richtung konstant bei.

Innerhalb der Laubkrone eines Holzgewächses treten nun allerdings Beleuchtungsänderungen durch Laubzuwachs etc. ein; allein so lange ein Blatt wächst, wird es durch Aenderung der fixen Lichtlage diesen geänderten Beleuchtungsverhältnissen Rechnung tragen; es bleibt von einer bestimmten (mittleren) Beleuchtung an, fortwährend euphotometrisch.

8. Lichtgenuss der Gewächse und Ausbildung euphotometrischer und panphotometrischer Blätter. Unter Lichtgenuss (L) verstehe ich [2]) das Verhältnis der Intensität des gesamten Tageslichtes zur Intensität des Lichtes an dem Pflanzenstandorte. Für jede Pflanze ist der Lichtgenuss zwischen bestimmte Grenzen getrennt: man muss ein Maximum (Lmax.) und ein Minimum (Lmin.) des Lichtgenusses unterscheiden. Das Maximum kann den Wert 1 nicht überschreiten. Lmax. = 1 heißt, dass das betreffende Gewächs im vollen Lichte vorkömmt. Lmin. ist die kleinste Lichtmenge, bei welcher ein Gewächs überhaupt noch zur Entwicklung gelangen kann. Für *Larix europaea* ist Lmax. = 1; Lmin. sinkt bis auf $\frac{1}{5}$. Für *Buxus sempervirens* ist Lmax. = 1, aber das Minimum sinkt unter $\frac{1}{100}$ etc.

1) Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas im arktischen Gebiete. Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien (1898).

2) Unters. über den Lichtgenuss etc.

Digitized by Google

Die Beobachtung lehrt, dass bei allen jenen Holzgewächsen, welche photometrische Blätter ausbilden, eine bestimmte mittlere Intensität (λ) existiert, bei welcher das Blatt aus dem panphotometrischen Zustand in den euphotometrischen übergeht.

Bei einer Form von *Pelargonium zonale*, deren Blätter sich im hellen Lichte durch starke Krümmungen auszeichneten, fand ich $L = 1-\frac{1}{72}$; also Lmax. $= 1$, Lmin. $= \frac{1}{72}$, hingegen $\lambda = \frac{1}{40}$. Also zwischen $\frac{1}{40} - \frac{1}{72}$ hatten die Blätter den euphotometrischen Charakter; während sie sich zwischen 1 und $\frac{1}{40}$ panphotometrisch verhielten.

Bei *Sambucus nigra* wurde beobachtet: $L = 1-\frac{1}{45}$; $\lambda = \frac{1}{27}$.

Bei *Elaegnus europaeus* „ „ $L = 1-\frac{1}{19}$; $\lambda = \frac{1}{17}$.

9. Dass sich Blätter, welche Variationsbewegungen unterliegen, gegen die Wirkung des starken Lichtes durch Lageänderungen schützen können, ist lange bekannt; aus dem früher mitgeteilten ist aber ersichtlich, dass auch in fixer Lichtlage befindliche Blätter, entweder durch die Lage des Blattes, oder, was noch viel häufiger vorkommt, durch die Form der Spreite sich vor zu starker Lichtwirkung schützen.

Das panphotometrische Blatt wehrt also unter allen Verhältnissen einen Teil des Sonnenlichtes ab, hingegen trachtet es, so viel als möglich, diffuses Licht zu empfangen, so viel als mit der nötigen Abwehrung des Sonnenlichtes verträglich ist. Dies lehrt am anschaulichsten *Pelargonium zonale*, dessen Blätter trotz der, starker Abschwächung des Sonnenlichtes dienenden Krümmung, sich bei einseitiger Beleuchtung doch unter einander parallel und senkrecht auf das stärkste diffuse Licht stellen.

Da sich also selbst das in fixer Lichtlage befindliche Blatt vor zu starker Wirkung des Sonnenlichtes schützt, dabei sich aber doch noch so orientiert, um die möglichst größte Menge oder doch sehr viel vom diffusen Lichte auf seinem Standort zu empfangen, so wird damit neuerdings der von mir auf verschiedenen Wegen gefundene Satz bekräftigt, dass das diffuse Licht im Allgemeinen für die Pflanze eine größere Bedeutung besitzt, als das direkte (parallele) Sonnenlicht. Denn vor diesem schützt sich die Pflanze oder wehrt es bis zu einer bestimmten Grenze ab, während das Blatt unter allen Beleuchtungsverhältnissen bestrebt ist, das diffuse Licht möglichst auszunützen.

10. Das euphotometrische Blatt ist stets dorsiventral gebaut, und wendet stets seine chlorophyllreichere Oberseite dem stärkeren Lichte zu. Das Beleuchtungsverhältnis zwischen Ober- und Unterseite

Digitized by Google

eines in fixer Lichtlage befindlichen Blattes ist je nach der Pflanzenart höchst verschieden und gewöhnlich besitzt die Lichtstärke, welche der Unterseite zufällt, einen ungemein kleinen, oft einen der Null stark genäherten Wert. Hingegen ist das panphotometrische Blatt so zum Lichte gestellt, dass seine Unterseite noch viel Licht empfängt, und so organisiert, dass sie dieses Licht auch verträgt.

Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Lichtstärke an Ober- und Unterseite der Blätter, z. B. bei Pappeln, Weiden, Birken, überhaupt von solchen Gewächsen misst, welche sich trotz panphotometrischen Charakters durch ebene Ausbreitung des Blattes auszeichnen. Die Lichtstärken auf Ober- und Unterseite können sich so weit nähern, dass die Unterseite den dritten Teil, ja sogar die Hälfte der Lichtstärke der Oberseite empfängt. Ein euphotometrisches Blatt würde bei einer so starken Beleuchtung der Unterseite, falls es noch wachstumsfähig wäre, durch Krümmung eine starke Wendung der Spreite vornehmen.

Das panphotometrische Blatt ist in der Regel, wie das euphotometrische, dorsiventral gebaut, und nur in diesem Falle kann sich das erstere in das letztere durch die Aenderung der Beleuchtung umwandeln.

Das isolaterale Blatt im Sinne Heinricher's [1]) ist zur euphotometrischen Ausbildung nicht veranlagt, aber es kann den panphotometrischen Charakter annehmen, falls es nicht ganz indifferent dem Lichte gegenüber sich verhält, also aphotometrisch ist.

Das isolaterale Blatt hat die Tendenz, sich vertikal aufzurichten. Dadurch schützt es sich gegen starkes, bei hohem Sonnenstand einfallendes Licht, setzt sich aber einem gemäßigten diffusem Lichte (Seitenlicht) und eventuell noch einem geschwächten Sonnenlichte aus.

Damit ist auch der Schlüssel gegeben, um die biologische Bedeutung der Compasspflanzen zu verstehen. Ihre Blätter besitzen isolateralen Bau und trachten sich im Lichte vertikal zu stellen. Indem sie sich nun in der Richtung Nord-Süd orientieren, weichen sie dem stärksten Sonnenlichte aus und stellen sich gleichzeitig so, dass sie beiderseits ein angenähert gleich starkes diffuses Licht empfangen. Es wendet sich nämlich konstant (in fixer Lichtlage) je eine Seite des Blattes nach Osten und die entgegengesetzte stets nach Westen. Der Unterschied in der Intensität des diffusen West- und Ostlichtes ist nämlich ein geringer, während die Intensität des diffusen Nord- von jener des diffusen Südlichtes am meisten abweicht [2]). Würde die Orientierung des vertikal gestellten Blattes nach Ost-West gehen, so würde je eine Seite der Blätter von Süden her stark durch die Sonne beleuchtet sein, während die entgegengesetzte so gut wie

1) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, XV (1884).

2) Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas im arktischen Gebiete. l. c.

Digitized by Google

gar kein Sonnenlicht empfinge, es würde aber jedes Blatt fortwährend ungleicher diffuser Beleuchtung ausgesetzt sein, und mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung des diffusen Lichtes wird eine solche Orientierung zum Lichte für die Pflanze die möglichst ungünstigste sein.

Nach dem hier geschilderten Verhalten zum diffusen und zum Sonnenlichte sind die Blätter der Compasspflanzen naturgemäß in die Kategorie der panphotometrischen Blätter zu stellen.

11. Den photometrischen und aphotometrischen Blättern liegen anatomische Verhältnisse zu Grunde, welche nunmehr physiologisch wohl zu verstehen sind.

In dem aphotometrischen Blatte ist das Chlorophyll entweder so tief versteckt im umhüllenden Gewebe oder diese sind so wenig lichtdurchlässig, dass nur geschwächtes Licht zu dem Chlorophyll eines solchen Blattes gelangen kann, oder aber das Blatt hat einen konzentrischen Bau, wie die Föhrennadeln.

Der erstere Fall ist leicht zu verstehen. Die Blätter der Steppen- und Wüstenpflanzen schützen ihr Chlorophyll gegen das ungemein intensive auf sie einwirkende Licht durch umhüllende Gewebe.

Der letztere Fall, nämlich der konzentrische Bau des aphotometrischen Blattes erscheint uns gleichfalls als eine höchst zweckmäßige Anpassung des Blattes an sehr intensives Licht. Der konzentrische Blattbau bringt es mit sich, dass das Chlorophyll ringförmig angeordnet ist, infolge dessen wird das chlorophyllführende Gewebe immer nur von einer Seite stark bestrahlt, während die entgegengesetzte Partie nur relativ schwach beleuchtet ist. Wenn das aphotometrische Blatt sich bereits in fixer Lage befindet, so wird mit Aenderung des Sonnenstandes immer eine andere Partie des Chlorophyllgewebes relativ stark bestrahlt. Diese zeitliche und räumliche Verteilung der Lichtwirkung auf das Chlorophyll des einzelnen Blattes muss die Nachteile der intensiven Lichtwirkung notwendigerweise verringern. Und so wird es verständlich, dass die Föhre an den sonnigsten Standorten gedeiht, indem die mit dem aphotometrischen Charakter des Blattes im Zusammenhange stehende konzentrische Anordnung des Chlorophylls im Blatte sich als zweckmäßige Anpassung an große Lichtstärke des Standortes darstellt.

Gerade die Beziehungen des konzentrischen Blattbaues zur Lichtstärke rücken den streng dorsiventralen Bau des euphotometrischen Blattes unserem Verständnis näher. Je vollkommener die Dorsiventralität des Blattes anatomisch ausgeprägt ist, je mehr dieselbe durch das ungleiche Verhalten von Ober- und Unterseite gegen das Licht auch physiologisch zum Ausdrucke kömmt, desto ausgeprägter wird der euphotometrische Charakter des Blattes sein.

Im euphotometrischen Blatte kömmt die Tendenz zum Ausdrucke, dem Chlorophyllgewebe eine bestimmte Richtung zu geben, dasselbe

Digitized by Google

parallel einer Ebene zu orientieren, während im aphotometrischen Blatte das Chlorophyllgewebe nach unendlich vielen Richtungen hin orientiert sein kann. Diese eine Richtung ist es, welche sich dem stärksten diffusen Lichte gegenüberstellt. Es wird wohl mit Rücksicht auf das schwache Licht, auf welches das euphotometrische Blatt gestimmt ist, begreiflich erscheinen, dass diese Chlorophyllschichte nur dünn sein kann, weil dieses schwache Licht, vom Chlorophyll absorbiert, in tiefere Schichten chlorophyllführenden Gewebes nicht mehr würde eindringen können. Der flächenförmige Charakter der euphotometrischen Blätter wird auf diese Weise verständlich.

Es wird aber nunmehr auch verständlich sein, dass das euphotometrische Blatt zur größten Lichtökonomie veranlagt ist, während das panphotometrische noch mehr aber das aphotometrische Blatt bei großer Lichtverschwendung existieren kann.

Damit steht die oben angeführte Thatsache im Zusammenhange, dass das euphotometrische Blatt auf schattigen, das panphotometrische, ganz besonders aber das aphotometrische auf sonnigen Standorten zur Ausbildung gelangt.

12. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die je nach der Lichtstärke sich ändernde Gestalt der Blattfläche, nämlich die ebene Ausbreitung, beziehungsweise die konkave oder konvexe Ausbreitung der Blattspreite auf einem durch das Licht eingeleiteten antagonistischen Wachstum der übereinanderliegenden Schichten der Blattgewebe beruht.

Ist der Gleichgewichtszustand in diesem Wachstumsprozesse hergestellt, wachsen also die oberen Blattgewebsschichten genau so stark wie die unteren, so wird das Blatt sich eben ausbreiten, wächst die untere relativ begünstigt, so wird es konkav, im umgekehrten Falle konvex.

Tritt das jugendliche Blatt mit eben ausgebreiteter Spreite ans Licht — bekanntlich ein ungemein häufiger Fall —, so wird es im hellen Sonnenlichte gekrümmt, und zwar gewöhnlich konkav, um erst bei einer bestimmten Abschwächung des Lichtes eben zu werden. Ein solches Blatt ändert also bei Annahme des panphotometrischen Charakters seine Gestalt. Sehr schön ist dieser übrigens sehr häufige Fall an den Blättern von *Prunus Armeniaca* zu sehen.

Ist hingegen das Blatt bei dem Hervortreten an das Licht gekrümmt, z. B. hohlgekrümmt wie bei *Pelargonium*, oder zusammengelegt wie bei *Liriodendron*, so geht es aus dieser Form bei Annahme des euphotometrischen Charakters in die eben ausgebreitete über.

13. Die Lage der Blattspreite gegen den Lichteinfall wird in verschiedener Weise vermittelt, je nach dem das Blatt sitzend oder ge-

Digitized by Google

stielt ist, je nachdem es mit Gelenken versehen ist oder nicht. Im ausgewachsenen Zustande die Lage gegen den Lichteinfall noch ändern zu können, vermag nur ein mit Gelenken versehenes Blatt. Alle andern Blätter können ihre Lage gegen den Lichteinfall nur durch ungleichseitiges Wachstum ändern, sie nehmen die „fixe Lichtlage" an.

Dass die Blattspreite nicht befähigt ist, sich senkrecht auf das stärkste diffuse Licht zu stellen, habe ich an zahlreichen Pflanzen beobachtet. So z. B. an *Tradescantia zebrina*, an verschiedenen *Begonia*-Arten, also bei Blättern, welche gestielt und ungestielt sind, aber keine Gelenke besitzen, ferner an *Phaseolus multiflorus* und anderen Pflanzen, deren Blättern wohlausgebildete Gelenke zukommen. Werden diese Blätter im wachstumsfähigen Zustande so fixiert, dass der größere Teil der Blattspreite sich frei bewegen kann, und beleuchtet man die Spreite von rückwärts, bei verschiedener Lage zum Horizont oder in verschiedenem intensivem Lichte, so gewahrt man niemals eine Orientierung senkrecht zum stärksten Lichteinfall, selbst dann nicht, wenn man jene Lichtstärken im Versuche thätig sein lässt, bei welchen die Blätter dieser Pflanzen euphotometrisch werden. Man sieht bloß, dass die von rückwärts beleuchtete Spreite sich derart krümmt, dass die Oberseite dem Lichte sich zuwendet, und zwar um so rascher, je intensiver das Licht ist; aber die normale fixe Lichtlage wird dabei nicht erreicht. Dies geschieht bei dem sitzenden Blatte nur durch Vermittlung des Blattgrundes, bei gestielten Blättern ist aber der Blattstiel dabei beteiligt, wie man sich durch die Beobachtung leicht überzeugen kann. Die Herstellung der fixen Lichtlage durch den Blattstiel erfolgt in sehr mannigfaltiger Weise: durch Torsion des Blattstiels (*Prunus Arium*), durch Krümmung am oberen oder am unteren Ende des Blattstieles oder an beiden (gewöhnlicher Fall) oder in der Nähe der Blattbasis, nämlich über dem Vaginalteil des Blattes (*Acer campestre*), durch Krümmung des Blattstieles (Fagus), endlich auch durch Kombination der genannten Bewegungsformen.

Auf welche Weise die Neigung der Blattspreite gegen den Lichteinfall vollzogen wird, soll hier nicht untersucht werden. Ich will nur darauf hinweisen, dass der konstant bleibende Effekt — nämlich bei euphotometrischen Blättern die Orientierung genau senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes, bei panphotometrischen eine mehr oder minder große Annäherung an diese Orientierung — und die mannigfaltigen Zustände des Blattgrundes, des ganzen Blattstieles, oder seines oberen oder unteren Endes etc., welche diese Effekte hervorrufen, darauf hinzuweisen scheinen, dass das Licht auf die Spreite einen Reiz ausübt, welcher in dem die Spreite bewegenden Teil ausgelöst wird. Nur das Experiment kann entscheiden, auf welche Art die Spreite zum Lichteinfall orientiert wird. Ich komme bei anderer Gelegenheit auf diesen Gegenstand zurück.

Digitized by Google

14. Die Umwandlung panphotometrischer in euphotometrische Blätter erfolgt, wie wir gesehen, durch die Abnahme der Lichtintensität.

Doch giebt es Gewächse, welche nur panphotometrische Blätter besitzen. Hierher gehören unsere gewöhnlichen Obstbäume. Doch habe ich ausnahmsweise sehr schattenertragende Birnbäume gesehen, deren relativ am meisten beschattete Blätter den euphotometrischen Charakter angenommen hatten.

Auch alle auf tiefen Schatten angewiesene, im Sonnenlichte zu grunde gehende Gewächse besitzen ausschließlich euphotometrische Blätter.

Von vornherein möchte man annehmen, dass eine Umwandlung aphotometrischer in photometrische Blätter nur phylogenetisch sich vollziehen könne, obwohl einige an einzelnen Coniferen und Gramineen angestellte Beobachtungen dafür zu sprechen scheinen, dass in manchen Fällen diese Umwandlung sich auch in der Ontogenese vollziehen dürfte.

Die *Pinus*-Arten besitzen aphotometrische Blätter. Bei der Lärche (*Larix europaea*) hat es den Anschein, als wenn nur die Blätter der Langtriebe aphotometrisch wären. Die Blätter der Kurztriebe sind aber wahrscheinlich nicht eu- sondern panphotometrisch. Spätere experimentelle Untersuchungen werden hierüber Klarheit bringen.

An den aufrechten Trieben der Fichte (*Abies excelsa*) sind die Nadeln panphotometrisch und erst mit zunehmender Beschattung beginnt der euphotometrische Charakter der Nadeln sich auszubilden. Aber bei der Tanne (*Abies pectinata*) tritt der euphotometrische Charakter der Nadeln schärfer hervor. Im tiefen Schatten sind die Blätter ganzer Zweigsysteme genau euphotometrisch. Man sieht auch hier, wie mit der flächenförmigen und dorsiventralen Ausbildung des Blattes die Bedingungen für das Zustandekommen des euphotometrischen Blattes sich günstiger gestalten.

15. Die Blätter der Gräser nehmen in der Regel keine fixe Lichtlage an. Für das lange, schmale Grasblatt, welches bei jedem leisen Luftzug hin- und herflattert, wäre diese dem euphotometrischen Blatte entsprechende fixe Lichtlage auch ganz zwecklos.

Die langen, schmalen, dünnen Grasblätter sind, obwohl sie so oft auffällig gegen das stärkste Licht gewendet erscheinen, doch eigentlich aphotometrisch und wenden ebenso oft die Unterseite als die Oberseite gegen das stärkere Licht. Man kann dies namentlich an lang- und schmalblättrigen Gräsern beobachten, welche einseitig beleuchtet sind, z. B. knapp an einer Mauer stehen. Aber eine genauere Untersuchung lehrt, dass diese Blätter nur passiv zum Lichte gewendet sind durch die auf positivem Heliotropismus beruhende Neigung der Halme gegen das stärkere Licht. Diese Vorneigung der Stengel zum stärkern Lichte hat zur Folge, dass sowohl die vorderen als die hinteren Blätter nach dem Lichte überneigen, wobei die ersteren die Oberseite, die letzteren die Unterseite nach dem stärkeren Lichte wenden.

Digitized by Google

Gräser mit langen, schmalen, dünnen Blättern, welche bei einseitiger Beleuchtung ihre Blätter passiv dem Vorderlichte zuneigen, wenden, ebenfalls passiv, bei allseits gleichmäßiger Beleuchtung ihre Blätter hauptsächlich dem Oberlichte zu, indem die in die Länge wachsenden Blätter durch ihr eigenes Gewicht bestimmt werden, sich möglichst quer auszubreiten. Die Blätter solcher Gräser nehmen also eine zweckmäßige Lichtlage an, ohne dass das Licht in ihnen diese Lage hervorruft. Solche Blätter sind also trotz ihrer zweckmäßigen Lichtlage aphotometrisch.

Die Gräser bilden auch panphotometrische, ja sogar euphotometrische Blätter aus. Ersteres scheint wohl stets dann zur Regel zu werden, wenn die Blätter — bei sonst flacher Gestalt — kurz sind, sich also der normalen flächenförmigen Gestalt des Laubblattes nähern. Da bei vielen Gräsern die tieferen Halmblätter lang, streifenförmig, die oberen aber kurz sind (z. B. bei *Dactylis glomerata*), so kann an einer und derselben Pflanze, wie dies auch bei *Larix* vorzukommen scheint, ein Teil der Blätter aphotometrisch, der andere photometrisch sein.

Nach Beobachtungen, welche ich in Java an baumartigen Bambusen anstellte, sind die Blätter derselben photometrisch, und zwar zum Teil panphotometrisch, zum Teil aber auch sogar euphotometrisch.

Wien am 1. Oktober 1898. [123]

Palolountersuchungen.

Von Dr. **Augustin Krämer**, z. Z. in Apia.

Es war nicht meine Absicht vor Ablauf meiner Südseereise und vor Vollendung der Arbeiten meine Ergebnisse zu veröffentlichen. Eine jüngst erschienene Arbeit von Dr. Benedikt Friedländer „Ueber den sogenannten Palolowurm“ (Biol. Centralbl., XVIII, Nr. 10, 1898) veranlasst mich aber zu einer Erwiderung, und ich glaube meine Befunde und Erfahrungen auch deshalb jetzt schon anschließen zu können, weil ich voraussichtlich an der Vollendung des Begonnenen durch veränderte Reisedispositionen verhindert sein werde. Kann ich doch trotzdem wenigstens einiges neue hinzufügen, um einem späteren Angriff die Wege zu ebnen.

Herr Dr. Friedländer hat zur selben Zeit wie ich auf Samoa dieselben Studien betrieben. Leider war ich durch eine beschleunigte Abreise nach den Marschallinseln unmittelbar nach dem Palolofest im November (Herr Corvettenkapitän Winkler hatte die große Liebenswürdigkeit meiner Studien halber die Abreise S. M. S. „Bussard“ um zwei Tage zu verschieben) verhindert, meine Erfahrungen mit denen des Herrn Dr. Friedländer persönlich auszutauschen. Daher erklärt es sich auch wohl, wenn Friedländer die Thätigkeit des Herrn Dr. Thilenius des öfteren erwähnt und zwar in Beziehung mit

Digitized by Google

meinen Arbeiten. Herr Dr. Thilenius hat jedoch meines Wissens keine Palolountersuchungen um jene Zeit gemacht. Er hat mich zwar des öfteren auf meinen Rifftouren begleitet, und, da wir ein Haus zusammenbewohnten, an dem Verlauf meiner Studien reges Interesse genommen, selbst aber aktiv nicht eingegriffen, da er durch andere Arbeiten sehr in Anspruch genommen war. Herr Dr. Thilenius, der sich zur Zeit in Melanesien befindet, wird nicht anstehen, dies zu bestätigen. Wer die Arbeit des Herrn Dr. Friedländer gelesen hat, wird diese Zeilen nicht überflüssig finden; er hätte durch ein längeres Abwarten diesen für uns alle drei unangenehmen Vorfall vermeiden können. Friedländer und ich waren zur Palolozeit 1898, so weit bekannt, auf Samoa die einzigen, die sich mit eingehenden Studien in dieser Richtung befassten. Doch genug davon.

Ich wandelte im Gegensatz zu früher, wie Friedländer, den Weg, die Samoaner selbst über ihr Wissen in dieser Hinsicht auszufragen und hatte das Glück in dem Häuptling Salaia aus Siumu einen Fischer zu bekommen, dem ich viele interessante Aufschlüsse über das Leben der Seetiere überhaupt verdanke. Als ich ihn Anfang Oktober 1897 über den Palolo befrug, woher er komme, sagte er mir: „Ole ma'a fanau le Palolo" (der Stein gebärt den Palolo). Ich muss zugestehen, dass ich es nicht für glaubwürdig hielt, dass er wirklich den Stein wüsste. Selbst als er mich an die Stelle hinführte, draußen am Palolotief zu Apia, und mir den Rat gab, am Tage vor dem Palolo im November den Eimerversuch zu machen, fand er einen ungläubigen Thomas. Wenn ich es wirklich für wahr gehalten hätte, dann hätte ich damals die betreffenden Steine alsbald auf ihren Inhalt untersucht. Dies that ich aber — unbegreiflicherweise — nicht, sondern ich ging alsbald mit Herrn Dr. Thilenius nach Savaii um daselbst den Oktoberpalolo in Palauli mitzumachen, da zur selben Zeit Apia sehr arm zu sein pflegt. Es lag mir im Sinn, möglichst viel Palolofangplätze zu sehen, um das Vorhandensein genannter Steine zu beobachten, und die verschiedensten Leute zu befragen.

In Palauli war aber der Hauptfangtag im Oktober ein Sonntag, so dass ich vergeblich die Leute zu überreden suchte, hinauszugehen. Am Montag waren aber nur noch einige wenige Würmer vorhanden. Ich sah aber zu meinem Erstaunen, dass die Fangstelle hier sehr flach war, so dass man vom Canoe aus leicht mit den Pagaien Grund bekam. Danach schien mir der Palolo aus dem flachen Riff zu kommen. Die Ausbeute war gleich null, aber wir bekamen wenigstens bei dieser Gelegenheit einige der Fangkörbe ('enu genannt) reusenartig aus Cocosfiederblattrippen zusammengesetzt und mit Handgriff versehen. Nachmittags aber bekamen wir im Hause der Wittwe des ehemaligen Königs Tamasese und deren Tochter, welche jetzt daselbst leben, gedünstete Palolos zu essen, denn die daselbst in einem andern Teil des

Digitized by Google

Dorfes lebenden Katholiken waren doch am Sonntag hinausgegangen. Ich habe seitdem den Genuss der Würmer, der zwischen Miesmuschel und Auster steht, sowohl roh als gedünstet sehr lieb gewonnen. Zugleich gab es dort einige „Kleider" von den kaum 2 cm langen Fischchen, welche stets zur Palolozeit im Flusse Pule'ia in dem nahen Tufu gefangen werden.

Von diesen igaga-Fischen, die in großen Schaaren um diese Zeit aus dem Meere draußen vor dem Riff (tua'au) in den Fluss kommen, konnte ich einige gekochte Exemplare wenigstens konservieren. Nach Salaia sind sie die Jungen des schwarzen apofu-Fisches, welcher weit hinauf in den Flüssen ziemlich gemein vorkommt und über $^1/_3$ m lang wird.

Bei der Hin- und Rückfahrt nach und von Savaii sah ich noch den Riffeinlass bei Sapapalii, an der Ostküste von Savaii, gleichfalls ein Paloloplatz, der aber keine deutlichen Anzeichen bot. Da der nächste Palolo in Apia erst 4 Wochen später war, besuchte ich allein inzwischen noch die Fangplätze von Siufaga und Samatau, nicht um zu sammeln, nur um zu sehen; sie liegen nahe bei Falelatai im äußersten Westen von Upolu.

In einem kleinen Canoe, das nahezu vollschlug, weit hinausfahrend, fand ich hier, besonders schön in Samatau, die großen Palolosteine rings um das Rief angeordnet. Aus der zur Zeit ca. 1 m tiefen Lagune kommt man hier plötzlich auf blaues Wasser (moana nennen dies die Samoaner), eine breite flaschenförmige Riffbucht mit einem schmalen Zugange seewärts. Der Samoaner, der mich hinausbrachte, erzählte mir noch von verschiedenen Fischen dem lo, pala'ia, nefu, maomao, manini u. s. w., welche alle in sehr jungem Zustande zur Palolozeit erscheinen, und dass sich die Leute beim Fangen auf die genannten Steine stellten, und von dort aus den Fang betrieben. Aber auch hiernach glaubte ich noch nicht; ebensowenig als mich Salaia am Tage vor dem Novemberpalolo in Apia hinausnahm, einige Stücke von einem Steine unter Wasser abmeißelte und sie mir zu Hause in einen Eimer setzte. Hätte ich damals auf den Bruchstellen die Würmer gesehen, so hätte noch alles gut werden können; aber zufällig waren keine da. Am andern Morgen, am 16. November, war der große Tag für Apia, und der Fang war auch leidlich gut. Am 15. waren eine Masse dünner Würmer gefangen worden. Vor dem Aufbruch (am 16.) hatte ich nach den Eimern geschaut, so gegen 4 Uhr morgens, aber nur flüchtig nachgeschaut. Ich vergaß sie und erst beim Betreten des Hauses fielen sie mir wieder ein. Und wirklich, da waren Palolo darinnen und zwar im Verhältnis zu dem kindskopfgroßen Stein recht viele, eine kleine Hand voll, zum Teil noch etwas sich bewegend. Mein erster Gedanke war, dass jemand mir einen Schabernack gespielt hätte, so wenig wahrscheinlich erschien es mir. Ich zerschlug darauf

Digitized by Google

die Steine zur Conservierung[1]), einen Kopf aber fand ich nicht. Ich will gleich vorweg nehmen, dass ich einen solchen auch bei einer neuen, genaueren Untersuchung dieses Materials nicht fand; erst jüngste Untersuchungen neuen Materials ergaben einen Befund.

Wie schon erwähnt, verließ ich am 17. Oktober 1897, am Tage nach dem Hauptfischtag, Apia. Es blieb mir nur noch gerade so viel Zeit übrig, um am frischen Material die Beschaffenheit der Eier festzustellen, welche von einem Flimmerkleide umgeben erscheinen. Wie früher von Whitwell schon beobachtet, ergießen die männlichen Endstücke eine schaumartige Flüssigkeit, den Samen, für dessen genauere Untersuchung mir keine Zeit übrig blieb. Er bildet den piapia, den Schaum, der nach dem Palolofang auf dem stillen Wasser der Riffbuchten in großen Kuchen herumschwimmt.

Auf den Marshallinseln habe ich in den Atolllagunen, die ich besuchte, die Palolosteine in ihrer charakteristischen Form nicht gesehen. Palolo ist dort unbekannt. Die daselbst in der Verbannung lebenden Häuptlinge des Mataafa erzählten mir, dass sie am Palolotage im November des öfteren in der Jaluitpassage nach Palolo gefahndet hätten, aber ohne Erfolg. Im November wird der Palolo aber dort nicht zu erwarten sein, wenn er überhaupt vorhanden ist, wie aus dem Folgenden zu schließen ist.

Auch in den Gilbertinseln, von denen der Palolo durch Powell berichtet wurde, habe ich trotz des Besuches nahezu aller Inseln der Gruppe nichts erfahren, überall wusste man nichts von ihm, nur den ipo, eine essbare Sipunculide, kannte man unter demselben Namen (Maiana). Auch eine in letzter Zeit von Onoatoa zurückgekehrte Frau eines Apiadeutschen, die dort ein Jahr zu Besuch war bei ihren Anverwandten, eine Gilbertinerin, selbst seit lange ansässig in Apia, leugnet sein Vorkommen, so dass hier eine der vielen unrichtigen Angaben Powell's vorzuliegen scheint, vor denen schon von verschiedener Seite gewarnt worden ist.

Auch in Neu Caledonien erfuhr ich nichts über ein Vorkommen. Erst in Fidji erreichte ich wieder das Palologebiet. Es traf sich zufällig, dass ich gerade zur Frühjahrsäquinoktialzeit dort eintraf, und da ich vermutete, dass das ungefähre Zusammentreffen dieser und der Palolozeit vielleicht in gewisser Beziehung zu einander stünden, so blieb ich statt in Suva in Levuka, woselbst ein großer Fangplatz ist. Ich hatte gerade den 10., 11. und 12. Mai daselbst Aufenthalt, die Zeit des letzten Viertels im Mai dieses Jahres. Auch hier fragte ich die Vitianer, woher der Palolo käme, und einer zeichnete mir alsbald in den Sand der Straße die große ringartige Form, so dass ich ohne weiteres ersah, dass die Leute Bescheid wussten. Am 11. Mai Nach-

1) Jetzt erst, nicht am selben vorhergehenden Nachmittage wie Friedländer. Bd. XVIII S. 346 Zeile 7—20 beruht alles nicht auf Richtigkeit.

Digitized by Google

mittags bekam ich dank der liebenswürdigen Unterstützung unseres dortigen Konsuls, Herrn Hoerder, ein Boot und alles Zubehör zur Arbeit. Der Paloloplatz liegt ungefähr 3 Seemeilen (1 Wegstunde) südlich vom Orte Levuka bei dem Orte Tekou, wo zur Palolozeit große Menschenanhäufungen stattfinden, denn der Palolo erscheint hier in großer Menge. Ein Riffeinlass liegt dem Orte gegenüber und der Paloloplatz befindet sich ungefähr mitten zwischen diesem und dem Lande. Dieser Riffeinlass führt kanalartig nach dem Lande hin und an seiner südlichen Seite fällt das Riff ziemlich steil ab, bis es an jener Stelle sich in einzelne Steine auflöst, die bei dem herrschenden Niedrigwasser nahezu an die Luft gelangten. Sie ragten aus einer ca. 1 m tiefen Umgebung wie Warzen hervor. Viele solcher Steine, Batu ni Balolo (auch rum bunu) genannt, waren vorhanden, dieselben wie in Apia und Samatau u. s. w.

Auch hier fängt man den Palolo nicht allein von den Booten aus sondern die Eingeborenen stellen sich meist auf diese Steine (wie in Samatau), um zu fangen. Wenn der S. O. Passat weht, so wartet aber der größere Teil der Leute am nahen Lande, wo die Würmer durch den Wind angetrieben werden. Ich brach hier einige Stücke ab und setzte sie in einen Eimer; an den nächstfolgenden zwei Morgen kamen auch verschiedene Borstenwürmer heraus, aber keine geschlechtsreifen Palolo.

Unter diesen Würmern befanden sich einige Planarien- und Euphrosyne-Arten, 3 bis zu 10 m lange schwarze Eunice nebst einigen anderen Exemplaren, dabei 2 Lysidice. Als ich in Apia angekommen war, holte ich mir auch hier mehrmals die Steine und bekam auch hier dieselben Wurmgattungen, auf selbe Art und zur verschiedensten Zeit, nur eine andere Eunice-Art in ziemlicher Menge.

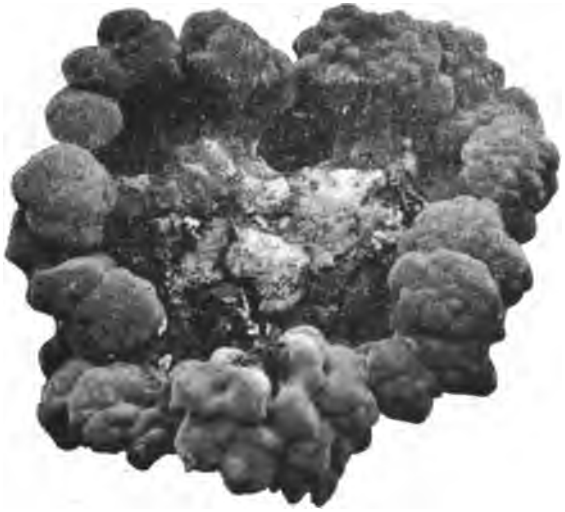
Der ***Eimerversuch*** ist zweifellos sehr einfach. Man muss aber nicht vergessen, dass das Wasser sich im Eimer rasch zersetzt und dass deshalb vor allem die Würmer bald ihren Schlupfwinkel verlassen; bei dem Apiaversuch am 15. November 1897 hatte ich das Wasser nicht mehr gewechselt und am andern Morgen roch es schon ziemlich. Immerhin wird man auch hier in diesem Falle annehmen dürfen, dass dies stagnierende Wasser nicht die alleinige Ursache des Austretens der Palolo war, indem die Palolowürmer an diesem Tage ja fällig waren. Uebrigens scheint der Versuch nach Friedländer's Angabe (Bd. XVIII S. 342) schon früher von einem Missionar gemacht worden zu sein, wie er überhaupt nicht neu ist, sondern einzelnen Samoanern wohl bekannt. Friedländer scheint es aber auch für unwahrscheinlich gehalten zu haben.

Wenn ich also diesen Versuch für mich in Anspruch nehme, so thue ich es unter diesem Vorbehalt. Sein Hauptwert besteht wohl hauptsächlich darin, dass man auf diese Weise sich leicht Material

Digitized by Google

zur wissenschaftlichen Beobachtung verschaffen kann. Freilich trat eine neue Schwierigkeit ein, dass nämlich das, was wir unter „Palolo" kennen, kam, aber keine Köpfe. Es waren an den langen Bruchstücken zwar ziemlich viel Schwänze vorhanden, aber der langgesuchte Kopf wurde weder im Eimermaterial noch nachher beim Zerschlagen der Stücke gefunden, Die Vorderenden dieser Würmer müssten demnach schon vor dem Ausbrechen der Steine (ca. 12 Stunden vor dem Erscheinen), den Stein verlassen haben (s. weiter unten). Bei einer erneuten zeitigeren Untersuchung wird das leicht festzustellen sein. Der Eimerversuch ist nicht allein für den Palolo zu empfehlen, sondern auch zur Gewinnung anderer unversehrter Seetiere. Er ersetzt bis zu einem gewissen Grade das Aufmeißeln.

Fig. I.



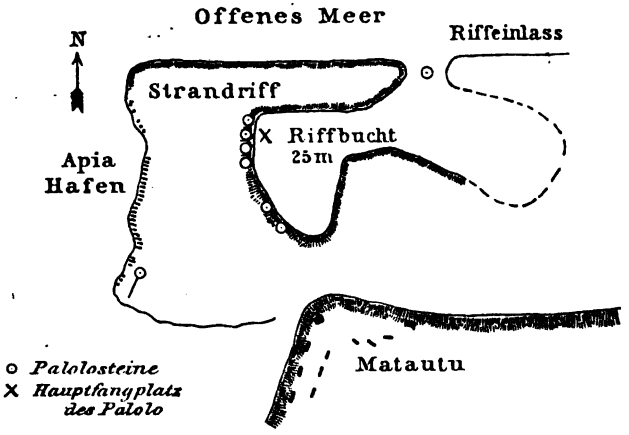
Welches sind nun die ***Palolosteine***. Friedländer spricht von toten Korallenblöcken. Dies ist richtig und unrichtig, wie wir sogleich sehen werden. Seite 342 nennt er sie richtig Puga. Es werden unter diesem Namen aber alle massigen, festen Korallen zusammengefasst, während die tellerförmigen Madreporen lapa heißen. Die Puga, richtiger puga ufi, da der dichte Kalk sehr dem festen Fleische der Yamswurzel gleicht, sind jene Poritesfelsen, welche im allgemeinen runde Gestalt besitzen und, da sie bei Springniedrigwasser trocken zu liegen kommen, an der oberen Seite eine Mulde besitzen, so dass sie teilweise eine richtige Atollform erreichen, weshalb sie auch einmal zur Erklärung der Entstehung dieser Riffform herangezogen worden sind. Der Wall besteht an der äußeren und oberen Seite aus lebenden Korallenpolypen, nach innen zu aber sind diese abgestorben, so dass hier überall nur leichte Algenbekleidung vorhanden ist. Ich lasse hier am besten die Abbildung eines solchen Steines folgen, eines jungen

Digitized by Google

Exemplares von der flachen Lagune beim Paloloplatz zu Apia von ca. 30 cm Durchmesser, welcher die Verhältnisse sehr schön wiedergiebt. Soweit nun lebende Polypen den Stein bedecken, ist der Kalk darunter von leicht faseriger aber dichter Struktur, in trockenem Zustande makroskopisch dem Marmor vergleichbar, deshalb der Name puga ufi. Wo aber kein lebender Ueberzug mehr vorhanden ist, ist die oberflächliche Schicht des Kalkes von einer Unzahl dünner brauner Röhren durchzogen, die nicht allein dem Palolo, sondern auch den zahlreichen anderen Würmern zum Aufenthalt dienen. Des öfteren findet man auch kleine Höhlen von Erbsen- bis Bohnengröße als Schlupfwinkel. Dieser Teil des Steines heißt puga 'ati'atia (Friedländer S. 343).

Man findet die ca. 1 m im Durchmesser haltenden Poritesfelsen am Rande von Riffeinlässen und Riffbuchten, oft so, dass man vom Riff aus bei Springniedrigwasser trockenen Fußes auf sie treten kann, während nach der Innenseite zu der Boden sehr rasch, 10—20 m tief, und mehr abzufallen pflegt. Oft findet man mehrere dieser warzenartigen Bildungen neben einander sich aus einem Untergrund von ungefähr 1 m Tiefe erheben; aber auch hier ist das Tiefwasser gewöhnlich nicht weit davon entfernt, und dieses pflegt stetig mit der offenen See durch einen Riffeinlass zu kommunizieren. Sie bilden also meist einen gewissen Teil der Leekante einer Riffbucht wie z. B. in Apia, wo diese Riffbucht folgendermaßen in roher Skizze aussieht:

Fig. II.



Die Tiefe der Riffbucht ist ca. 25 m. Ich habe hier im Okt. 1897 nach Palolo gedredscht, als ich noch der Meinung war, dass sie aus der Tiefe kämen. Der Riffeinlass ist schmal und flach, und deshalb mit dem Boot nicht sehr bequem passierbar. Von Frischwasserzutritt kann hier keine Rede sein, wie man diesen überhaupt allenthalben ausschließen kann, da gerade die Nähe der offenen See und eine

Digitized by Google

Kommunikation mit derselben notwendig zu sein scheint. So ist es in Palauli, Sapapalii, Matautu in Savaii, so in Samatau und Siufanga, so in Pagopago und Olosenga, kurz in allen den zahlreichen Fangplätzen Samoas, so ist es in Levuka und wohl auch in Tonga.

Ich komme nun kurz zum ***Palolowurm*** selbst. Ich habe schon erwähnt, dass der Eimerversuch in der Richtung fehlschlug, dass er nicht zur Feststellung des Kopfes führte. Aber er beweist wenigstens, dass die Würmer wirklich in diesen Steinen leben. Nachdem ich dies gefunden hatte, machte ich mich daran, im Mai zu Levuka und im Juni zu Apia diese Steine auf ihren Inhalt zu untersuchen. Ich erwähnte schon, dass verschiedene Borstenwürmer aus den Steinen herauskamen, besonders die von Collin in meinem früheren Palolomaterial aus Apia festgestellten *Euphrosyne*, *Lisione* und *Phyllodoce*. Eine *Nereis* habe ich nie darunter gefunden, aber wie gleichfalls schon erwähnt, in Fidji mehrere schwarze, dicke *Eunice* und in Samoa zahlreiche paloloähnliche *Eunice*-Arten, darunter an beiden Orten verschiedene *Lysidice*. Für die Palolofrage kommen in dieser Arbeit nur die beiden letztern zur Besprechung. Diese Palolo-ähnlichen *Eunice* leben nämlich in den Puga genau so wie die *Lysidice*; und da ich anfangs in Apia nur erstere fand und in Fidji nur letztere, so schien ich geneigt anzunehmen, dass am Ende in Levuka der Palolo von *Lysidice* und in Apia von *Eunice* gebildet werde, zumal da Friedländer's Befund für *Eunice* und nicht *Lysidice* spricht, wie aus dem Kopfe vor allem hervorgeht und das von Seemann und vor allem Macdonald untersuchte Material aus Fidji stammt. Aber spätere Untersuchungen lieferten mir mehrere *Lysidice* in die Hände, darunter 2 vollständige Exemplare von je 9 cm Länge, von denen namentlich eines, ein Weibchen (Juli), schon eiertragend ist und das, wie aus der Beschreibung folgt, ich für den typischen Palolowurm anzusprechen mich berechtigt glaube. Dieses Exemplar lebte in einer erbsengroßen Höhle, die durch einen langen Gang nach außen kommunizierte. Um die Erklärung zu erleichtern, habe ich sowohl von *Eunice* als von *Lysidice* Kopf- und Schwanzabbildungen gegeben, danach sind die in die Augen springenden Unterschiede folgende:

	Eunice	*Lysidice*
Kopf:	5 Fühler.	3 Fühler.
	1. Segment so lang wie die 4 folgenden zusammen,	1. Segment so groß wie die 2 folgenden zusammen.
	das 2. Segment trägt 2 Taster.	Keine Taster am 2 Segment.
	Schwanz mit 2 langen Cirren.	Schwanz mit 2 langen und 2 kurzen Cirren.

Dies die Unterschiede. Es sei aber nicht vergessen, dass die allgemeine Körperähnlichkeit eine sehr große ist, besonders aber dass die Parapodien gleiche Borsten tragen und dem Schwanze zu denen des Palolo sehr ähnlich sind. Auch eine Betupfung des Körpers wird durch eine segmentale Einschnürung des Darmes bis zu einem gewissen

Digitized by Google

Grade nachgeahmt, wie aus der Abbildung hervorgeht (Fig. IV, 2). Bestechend ist die Gleichheit der zusammengesetzten Borsten mit den

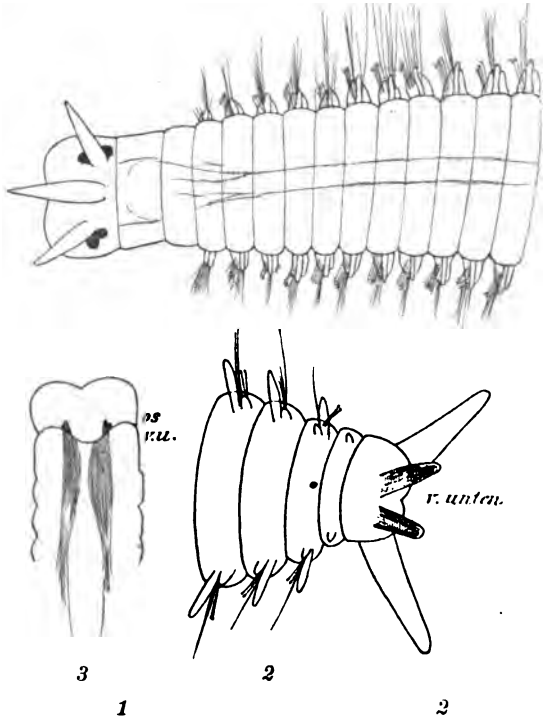


Fig. III.

Lysidice.

1 = Kopf von oben.
2 = Schwanz von unten.
3 = Kopf von unten.
os = Maul.

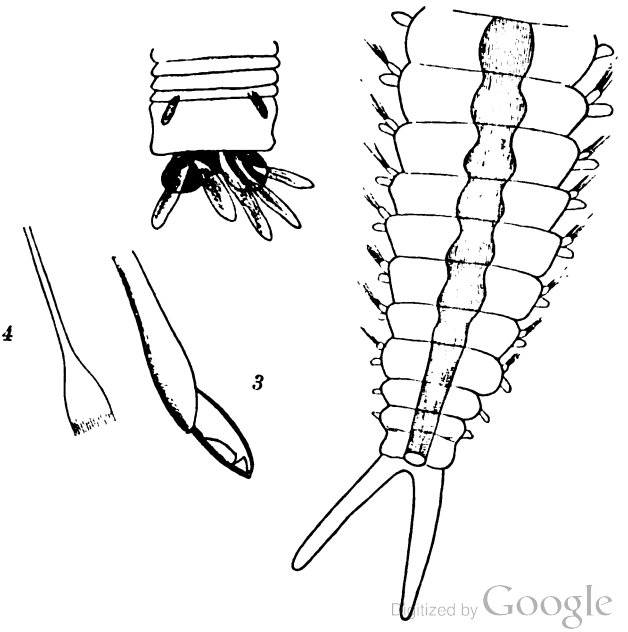


Fig. IV.

Eunice.

1 = Kopf. *Eunice.*
2 = Hinterteil.
3 = zusammengesetzte Borste.
4 = Cirrenblatt.

Digitized by Google

2 Zähnchen und dem 3. Höcker (Fig. IV, 3), wo höchstens an der Riefelung ein bestimmter Unterschied sichtbar ist. Ja sogar sehr ähnliche Kiemenblätter kommen vor. Dies deutet darauf hin, dass Bruchstücke ohne Schwanz und Kopf, wenn nicht zweifelloses Material vorliegt, nicht zur Beweisführung herangezogen werden dürfen und ich möchte an dieser Stelle einen Zweifel aussprechen, ob Friedländer wirklich Palolo vor sich gehabt hat, wogegen vor allem die Beschreibung des allerdings getrennt gefundenen Kopfes spricht. Und Friedländer kommt ja selbst zu dem Schluss, dass der Palolo eine *Eunice* sei, denn S. 345 sagt er: „Denn die von mir gesammelten, mit einem sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit echten Palolo köpfe sprechen für eine *Eunice*". Und dafür spricht nicht allein der Kopf, sondern auch das Bruchstück, dessen dünnes Ende die erwähnten Darmeinschnürungen zu zeigen scheint (Abbildung S. 344), was nun aber den vorderen breiten Teil betrifft, so habe ich ihn wirklich bei verschiedenen *Eunice*-Arten gesehen, nur dass in einem Falle die reifen Eier vorne saßen, im dicken Teil und nicht im hinteren dünnen. So scharf markiert, war nebenbei gesagt, der Unterschied zwischen beiden Teilen nicht, wie Friedländer es gezeichnet hat. Indessen lässt sich die Frage hier nicht weiter entscheiden; es sei nur für später darauf verwiesen und eine neue Untersuchung des Friedländer'schen Materials empfohlen.

Die Beschreibung der jüngst hier gefundenen beiden vollständigen *Lysidice* von je 9 cm Länge folge hier in kurzen Zügen; es sei bemerkt, dass das eine Exemplar im Juni ein Männchen zu sein scheint und deutliche Rückenflecken besitzt, während das Juli-Exemplar ein Weibchen mit Eiern ist, seiner dunkelblauen Färbung halber aber die Rückenflecken sehr wenig deutlich erscheinen. Die Abbildung bezieht sich auf ein Fidji-Exemplar, das keine Spur von Geschlechtsreife hatte. Der Schwanz ist etwas gequetscht um die Cirren besser hervortreten zu lassen. Die Zeichnungen sind mit dem Zeichenapparat ausgeführt. Die wirkliche Dicke der Exemplare schwankt zwischen 2 und 3 mm.

Das halbreife Juli-Exemplar hatte folgende Färbung:

Kopf rotbraun mit vielen nadelstichartigen, feinen, weißen Tupfen, an der Seite die Kopflappen gelblich, aber dieselbe Rotbraunfärbung besitzt das 1., 2. und 3. Segment, während das 4. und 5. gelbweiß ist. Die nächsten 2 Segmente sind wieder rotbraun, nehmen nun aber weiterhin schnell eine schmutzig weißgelbe Färbung an. Am 24. Segment beginnt sich um den Darm eine blaugrüne Schicht zu legen, die weiterhin mehr und mehr anschwillt. Zugleich treten an Stelle der Segmentalorgane gleichfarbige Flecken auf, die beim 50. Segment ungefähr zusammen mit der übrigen Masse den Segmenten eine dunkel-

Digitized by Google

blaue Färbung geben. Beim 80. Segment nahm ich einen Abschnitt heraus und es zeigte sich die blaue Masse als die blaugrünen Palolo-Eier, die aber noch nicht den Leib prall füllten, sondern in einer Art Amnion eingeschlossen waren, das sie zäh zusammenhielt. Diese blaue Färbung hält an, sich allmählich um ein geringes wieder verdünnend bis zum 180. Segment; ungefähr die 22 letzten weisen wieder eine schwach rötlich gelbe Färbung auf, und die sich stark verjüngenden 3—4 letzten Segmente zeigen eine stark ausgesprochene karminrote Färbung.

Was nun die Form betrifft, so besitzt der Kopf ziemlich genau die Form, wie er von Collin wiedergegeben ist (S. 167). Auf der Stirn zwischen beiden Augen stehen die zipfelförmigen Fühler, von denen der mittlere aber nur um ein sehr geringes länger erscheint. Die beiden Augen liegen an der Wurzel der äußeren beiden Fühler und haben eine deutlich nierenförmige Gestalt, die Konkavität nach außen. Unmittelbar dahinter beginnt das erste breite Segment, das die Länge der beiden folgenden zusammen besitzt. Es trägt keine Parapodien. Dieselben sind sogar beim 2. Segment nur in sehr schwacher Andeutung vorhanden und erst beim Dritten deutlich. Die Segmente verbreitern sich nun bis zum 10. hin etwas und sind daselbst ungefähr sechsmal so breit als lang. Bis zum 80. Segment bleibt dies ungefähr gleich, dann verändert sich die Länge zu Gunsten der Breite, indem sie vom 100. bis 180. Segmente ungefähr $^1/_3$ der Breite ausmacht. Später tritt bis zum Schwanz, der sich vom zehntletzten Segment ab rasch verjüngt, wieder das frühere Verhältnis mehr oder minder ein, 5—6mal breiter als lang.

Der Mund ist am Beginn des ersten Segmentes und ist dieses unten etwas ausgekerbt. Zu beiden Seiten der Röhre sind chitinöse Leisten, die beiderseitig einen stäbchenartigen, schwarzen Zahn tragen, Da die Leisten bis zum 4. Segmente herunterreichen, so nimmt dadurch der Apparat die gabelförmige Gestalt an, wie sie bei Collin (Macdonald) angedeutet ist.

Die Parapodien haben einen dorsalen fingerförmigen und einen centralen etwas breiteren und kürzeren Cirrus, zwischen beiden ist ein Höcker, bis zu dessen Ende eine aus dem Inneren kommende, an ihrem inneren Ende mit einem Muskelsystem verbundene schwarze Stützborste reicht. An dem Höcker entspringen auch die langen und die zusammengesetzten Borsten, die von vorne nach hinten erst zunehmen, so dass beim zehnten Segment ungefähr von beiden Arten 7 vorhanden sind. Nach hinten nehmen sie allmählich an Zahl wieder ab, zuletzt sind es ca. drei. Die zusammengesetzten Borsten tragen an dem abgebogenen Teil am Ende zwei Zähnchen und Leibwärts vor dem Ansatz noch einen kleinen Höcker (Fig. IV, 3). Die langen Borsten sind einfach spitz zulaufend. Ich muss hier bemerken, dass

Digitized by Google

ich an den Parapodien der hinteren Segmente deutlich sehr ähnliche, breitpinselförmige Kiemenblätter gesehen habe wie bei *Eunice* (Fig. IV, 4).

Der Schwanz sieht zweilappig aus, ähnlich den Kopflappen, und trägt 2 lange Cirren oben und 2 kürzere unten. Collin sagt 2 kürzere dorsale und 2 längere ventrale Cirren. Doch dürfte dies nicht zutreffen.

Diese ganze Beschreibung stimmt so genau mit dem bis jetzt vorhandenen Material zusammen, dass es kaum zweifelhaft erscheinen dürfte, dass die *Lysidice viridis* Gray wirklich der Palolo ist, wie längst vermutet wurde. Eine endgiltige Entscheidung kann auch hier nur eine neue sorgsame Beobachtung während der Palolozeit bringen. *Eunice* kann vielleicht sich beteiligen, aber der Ansicht Friedländer's, dass „der Palolo nur die zu besonderen Fortpflanzungskörpern umgewandelten Hinterenden seien", kann ich mich nach obigem nicht anschließen.

Es wäre also im Juli das Stadium der beginnenden Geschlechtsreife erreicht. Der Wurm wächst bis zum Oktober und November zu größerer Länge aus. Powell's Angabe über den Gesichtssinn der Bruchstücke, den Samenerguss aus Poren, die Wimperbewegung der Cilien schreibe ich seiner lebhaften Phantasie zu. Der Wurm bewegt sich im Glase wie ein Bindfaden, mit dem man eine Bucht schlägt (oder eine Oese macht). Im Wasser bewegt er sich schlängelnd.

Nachdem ich mit großer Wahrscheinlichkeit die Richtigstellung des Palolowurmes erreicht zu haben glaube, möchte ich noch eine Vermutung für sein ***Erscheinen*** geben.

Die Wichtigkeit der Mondphasen in dieser Beziehung wird allenthalben anerkannt. Friedländer erwägt auch den Einfluss der Gezeiten und kommt zu einem negativen Resultat, namentlich auch wegen des Eimerversuches (S. 353). Er bemerkt ferner das Zusammentreffen des Springfluttages mit dem Erscheinen des Palolo, zieht aber daraus keine besonderen Schlüsse. Die Beobachtung der Palolosteine hat mich aber vermuten lassen, dass doch hier ein gewisser Zusammenhang besteht, der mir der Beachtung wert erscheint. Diese fallen nämlich zur Zeit des Springniedrigwasser im Oktober und November trocken, und da dieses in Samoa in die Mittagszeit fällt (die Hafenzeit in Apia ist etwas über 6 Stunden), so erwärmt sich das in der Mulde stehende Wasser durch die im Zenith stehende Sonne und übt einen Reiz auf die Würmer aus. Von außen wird der Stein von der leichtbewegten See der Riffbuchten bespült, so dass hier die Polypen weiterzuleben vermögen, nach innen zu sterben sie unter dem Druck der Verhältnisse ab. Wir hätten also neben dem Mond auch die Sonne in Rechnung zu ziehen: sie erreicht den Zenithstand am 30. Oktober und 11. Februar zu Apia. Daher erklärt es sich auch, dass wenn der Palolo im November ausbleibt, er im Februar oder März zu erscheinen pflegt, wie nach Collin's Angabe zu Fidji Ende Januar 1886 und

Digitized by Google

nach Powell am 21. März 1881 bei Samoa (der 21. Februar würde besser gestimmt haben?). Wir müssen uns auch erinnern, dass der Wawo zu Amboina im März erscheint, zur Zeit des dortigen Zenithstandes der Sonne. Etwas früher soll auch eine Art Wawo bei Nusa im Norden Neu-Mecklenburgs erscheinen, das unter ähnlicher Breite wie Amboina liegt.

Der Einfluss des Sonnenlichtes und die Sonnenwärme ist ja ein so vielfältiger und wirkungsvoller, dass das nicht weiter wunderbar erscheinen dürfte. So erkennen in Fidji die Eingeborenen das Nahen des Palolo an der allgemeinen Fruchtreife. Dies gilt auch für Samoa, wo diese Zeit Taumafamua heißt (oder besser hieß) d. h. wenn es zum erstenmal viel zu essen giebt nach der langen trockenen Passatzeit. [Brodfrucht z. B.]. Auch dass um diese Zeit so zahlreiche Arten von sehr jungen Fischen in der Lagune auftreten wie die manini, lo, fā, pala'ia, nefu, moamoa u. s. w., wie der igaga im Süßwasser, deutet darauf hin, dass dieser Einfluss der Sonne sich auch im Wasser geltend macht. Auch eine andere merkwürdige Erscheinung knüpft sich hier an, nämlich das Erscheinen ungeheurer Schaaren von Delphinen, die in Fagasā, im Norden Tutuilas (demselben Platz, wo die Expedition von Lapérouse im Jahre 1787 angegriffen wurde), im Februar nach dem Vollmond auf den Strand zu geraten pflegen. Kommen sie nicht im Februar, so kommen sie im November, so heißt es. Und wenn sie draußen in See erscheinen, dann eilt die Jungfrau Sina im höchsten Festesschmuck auf das Riff der von steilen Bergen eingeschlossenen kleinen Bucht und winkt mit ihrem weißen Fächer, die Fische bannend, während sich alle übrigen verbergen: eine der lieblichen Geschichten, der vielen, welche diese Inseln mit einen so wunderbaren Zauber umgeben.

Wenn man diesen Einfluss der Sonne auf Fortpflanzung und Laichen (denn um einen solchen Prozess dürfte es sich doch auch bei den Delphinen handeln) nun auch zugiebt, so wird man doch auch fragen, warum der Palolo nun gerade nach dem Vollmond und nicht nach dem Neumond erscheint. Wenn wir nun aber annehmen, dass ein Reiz auf den Wurm zur Zeit des größten Niedrigwasser stattfindet, so müssen wir auch aus der langen Beobachtung schließen, dass es weiterer 7 Tage ungefähr bedarf, bis dieser Reiz zur Auslösung kommt, wie z. B. die Bebrütung eines Eies auch nach einer bestimmten Zeit zur Entwicklung eines Hühnchens führt. Nun haben wir aber 7 Tage nach Neumond schon den größeren Teil der Nacht Mondlicht, während es nach dem Vollmond umgekehrt ist, und dabei sind die Helligkeitswerte wegen des Standes sehr verschieden, indem in ersterem Falle der helle Mond bei Sonnenuntergang im Scheitel steht, während er im letzten Falle ca. 6 Stunden später überhaupt erst aufgeht. Nun liebt aber der Palolo das Licht nicht; sein Freund ist die dunkle Nacht, wenn er auf Abenteuer ausgeht. Dies geht unter anderem, z. B. aus

Digitized by Google

den trefflichen Beobachtungen von Rumphius über den Wawo in Amboina hervor, deren Auffindung wir Dr. Collin verdanken (S. 172). Rumphius sagt, dass diese Würmer am 2., 3. und 4. Abend nach Vollmond auftreten und zwar bald nach Sonnenuntergang, wenn es dunkel ist, während sie verschwinden, wenn der Mond aufgeht. Diese Beobachtung machte vom Palolo auch Friedländer, dass er nämlich schon morgens kurz nach 4 Uhr vorhanden ist und ich freue mich, dass ich diese seine Entdeckung in vollem Umfange bestätigen, ja erweitern kann. Friedländer's Angabe, dass der Palolo in Pagopago schon Nachts um 12 Uhr mit Fackeln gefangen werde, regte mich zu weiterer Nachfrage an, da dies nicht in den Rahmen der samoanischen Paloloerscheinung hereinpasste. Ein alter, hoher Häuptling aus Tutuila sagte mir, dass der Palolo überall um Mitternacht erschiene und allmählich bis zur Frühe an Zahl zunehme, um dann beim Aufgehen der Sonne allmählich zu verschwinden. Salaia bestätigte dies und versicherte mir, dass er in früheren Jahren des öfteren nachts um 12 Uhr schon zum Palolofang gegangen sei, sowohl in Safata als in Apia, und bis zum nächsten Morgen ausgeharrt habe. Jetzt aber seien die Leute in Upolu zu faul dazu, und die jungen wissen es gar nicht mehr. Man warte jetzt bis zum Morgen.

Man könnte erwähnen, dass der Mond, welcher nach 1 Uhr an den Fangtagen aufgeht, die Würmer doch auch verscheuchen müsste. Thatsächlich ist sein Licht jedoch bei seinem Tiefstand so schwach, dass ich niemals vor Sonnenaufgang die Würmer im Wasser habe sehen können, und dies bestätigt Friedländer, wenn er sagt, dass er um 4 Uhr die ersten Würmer „gefühlt" hätte. Und ich bin nun doch schon ungefähr 8 mal beim Fange draußen gewesen!

Man wird zugeben, dass hiermit etwas Licht in das Dunkelleben des Palolo geworfen ist, wenn ich auch damit nicht sagen will, dass das Rätsel gelöst sei. Zuvörderst kann man aber doch aus dem dargebotenen entnehmen, worauf neue Beobachtungen werden hinzielen müssen, vor allem auf Pegelbeobachtungen und Untersuchung der Palolosteine des öfteren vor dem Erscheinungstag u. s. w.

Diesen zu berechnen, fällt nicht schwer, wenn der Einfluss des Zenithstandes der Sonne richtig ist. Turner sagte einst (sein Buch „Samoa"):

„Wenn das letzte Viertel des Mondes spät im Oktober ist, so findet man ihn (den Palolo) am Tage zuvor, am Tage, und am Tage nach diesem Viertel.

Wenn das letzte Viertel früh im Oktober ist, so kommt der Palolo nicht vor dem letzten Viertel des Novembermonds".

Ich möchte es so aussprechen:

„Derjenige von den beiden vollen Monden im Oktober und November, welcher dem Zenithstande der Sonne (30. Oktober) am nächsten

Digitized by Google

steht, hat die größere Wahrscheinlichkeit für das große Erscheinen des Palolo an seinem letzten Viertel (je näher, je günstiger).

Ebenso verhält es sich mit dem Zenithstande am 11. Februar, wenn der Palolo im Oktober ausbleibt".

Da in diesem Jahre Vollmond und Zenithstand nahezu gleichzeitig sind, so hätten wir die größte Wahrscheinlichkeit für das Erscheinen des Palolo in der Nacht des 6. auf den 7. November.

Dass der Palolo aber manchmal aller ***Berechnung*** spottet, dafür möchte ich die Vorsicht der Samoaner zum Zeugnis aufrufen. Von den allgemeinen Anzeichen sprach ich schon. Wie stellen sie nun aber den Haupttag fest? Wenn sich das letzte Viertel des Mondes naht, so sendet der Häuptling, der über den Riffeinlass zu befehlen hat (Pule o le ʻava), Leute am Morgen hinaus, damit sie das Wasser betrachten. Finden diese aschenähnliche Flecken im Wasser, so ist es sicher, dass der folgende oder der nächstfolgende der Palolotag sein wird. Aus diesem Grunde heißt der erste Tag salefu (nicht salefuga, lefu die Asche). Rumphius sagt (Collin S. 172): „Am Tage kann man schon erkennen, ob es (Wawo) am selben Abend in die Höhe kommen wird, denn man sieht alsdann bei Tag schwarze Flecken im Seewasser, auch hat man erfahren, dass in jedem Jahre hohes Wasser ist und immer höher als die tägliche Flut, wenn das Wawo erscheint". Wir müssen uns fragen, was ist diese dunkle Fleckung? Sollten es die kurzen Vorderenden der Würmer sein, die sich 12—24 Stunden früher empfehlen, wodurch es zu erklären wäre, dass ich in meinen Steinen keine Köpfe mehr fand? Dies kann nur die Untersuchung des lefu entscheiden.

Ist der salefu-Tag erkannt, dann wird alsbald zum falealii gerüstet, d. h. das Haus, die Gemeinschaft der Häuptlinge, da von dem nun folgenden Fest alles weibliche ausgeschlossen ist, bis auf die taupou, die Dorfjungfer, die die große Kawa macht und dann wieder verschwindet. Das Hauptziel des Festes ist Essen herbeizuschaffen, Brodfrucht, Taro, Yams, Tauben, Hühner, Schweine u. s. w. Sonst wird nichts gethan, und deshalb heißt der Tag auch usunoa d. h. herumgehen ohne Zweck, faullenzen. Ist das Essen am Abend im großen Hause aufgehäuft, dann dürfen auch die Frauen und Mädchen kommen und dann beginnen die samoanischen Nachtlustbarkeiten, Gesang und Tanz, das Essen nicht zu vergessen, so lange bis es Zeit wird, zum Palolofang (tāpalolo) zu fahren, an dem Alles teilnimmt.

Der zweite Tag heißt motusaga (nicht tātelega) weil hier die Würmer sehr zerbrechlich und klein sind (motu abgeschnitten, zerbrochen; motusaga heißt auch eine Ebene in den Bergen, deren Seiten steil abfallen). Wenn dieser Tag nicht viel liefert, so ist der 3. Tag der tātelega, der große Tag, (tā tele fischen viel) und die Ausbeute ist eine sehr große.

Digitized by Google

Man sieht, dass in dieser Beobachtung viel des Interessanten steckt, und dass es notwendig ist, einmal alle Tage genau mitzumachen, resp. an jedem Tage die Steine zu untersuchen, um Aufschluss über einige Unklarheiten in dieser Ausführung zu bekommen.

Zum Schluss noch eine kleine Palologeschichte aus Tutuila:

Er kommt an dem Tag, wo die Fische und Vögel Krieg führen (d. h. die Seevögel stoßen nach den vielen kleinen Fischen, die in die Lagune kommen); sie bestimmen die Kriegsparteien; die Fische bestimmen das, was zum Krieg notwendig ist. Aber der Palolo bestimmt nichts, er ist zu schwach; und deshalb sprechen die Fische alle zum Palolo: Da Du nichts wert bist für den Krieg (gegen die Vögel), so essen Dich die Menschen. Und als der Krieg zwischen den Fischen und Vögeln ausbrach, da lag der Palolo nutzlos da. Deshalb weisen die Leute darauf hin, und berechnen (matau) den Tag, an dem er geboren wird. Sie kennen den Tag und den Monat, den man Taumafamua nennt und Toetaumafa (von neuem essen: November; taumafamua: zuerst essen: Oktober). Er kommt dann in jener Nacht, die die Leute alle berechnen. [116]

Carl Reutti, (weiland Großherzogl. Gerichtsnotar zu Karlsruhe), Uebersicht der Lepidopteren-Fauna des Großherzogtums Baden und der anstoßenden Länder.

II. Ausgabe des in den Beiträgen zur Rheinischen Naturgeschichte erschienenen gleichnamigen Werkes; nach des Verfassers Tode im Auftrag des naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe gemeinschaftlich mit Adolf Meess, Stadtrat in Karlsruhe, überarbeitet und herausgegeben von Dr. med. et phil. Arnold Spuler, Privatdozent an der Universität zu Erlangen. Berlin, Verlag von Gebr. Borntraeger, 1898.

Lokalfaunen sind immer, namentlich wenn sie ein größeres Gebiet behandeln, als wertvolle Beiträge und gleichsam als Bausteine für die Darstellung der geographischen Verbreitung der Tiere zu begrüßen; ganz besonders aber ist dies der Fall, wenn eine solche Fauna von so hervorragenden, erfahrenen und zuverlässigen Beobachtern und Kennern der Lepidopteren verfasst ist, wie die vorliegende. Die Erwartungen, welche sich an die Namen der Bearbeiter dieses Werkes knüpfen, werden denn auch vollauf gerechtfertigt, wenn wir von dem Inhalte desselben nähere Kenntnis nehmen.

Das stattliche, von der Verlagsbuchhandlung gut ausgestattete Buch führt auf 361 Seiten, von welchen 15 der Einleitung und dem allgemeinen Teile gewidmet sind, 2567 Arten von Schmetterlingen auf (gegen 1766 der ersten Auflage), eine Zahl, welche von keinem anderen deutschen Lande noch erreicht ist.

Bei der Aufzählung der Arten ist überall auch auf die Fauna der Nachbarländer, Schweiz, Elsass, Pfalz, Württemberg und Nassau Rücksicht genommen und wird speziell auf diejenigen Arten aufmerksam gemacht, welche wahrscheinlich auch in Baden noch aufzufinden sein werden, um zu weiterer Forschung anzuregen.

Das Buch kann daher mit Recht als eine Fauna von Südwestdeutschland bezeichnet werden. Die lokale Verteilung und Verbreitung der einzelnen Arten innerhalb des Faunengebietes, der Einfluss der Ober-

Digitized by Google

flächengestaltung des Bodens und der verschiedenen Höhenlagen, der geognostischen und klimatischen Verhältnisse sowie der Pflanzenwelt wird teils in der Einleitung, teils bei Besprechung derjenigen Arten, bei welchen solche Einflüsse sich nachweisen lassen, gebührend gewürdigt. Da das Buch außerdem eine reiche Fülle von biologischen Notizen über Flugzeit der Falter, Wohnung und Nahrung der Raupen, interessante Varietäten und Aberrationen einzelner Arten enthält, welche zum größten Teile dem unermüdlichen Fleiss und umfassenden Wissen Carl Reutti's zu verdanken sind, so wird dasselbe für jeden Sammler nicht nur, sondern auch für jeden Forscher auf lepidopterologischem Gebiete ein wertvolles und vielbenutztes Nachschlagewerk werden, dessen Gebrauch durch ein alphabetisches Namensverzeichnis der Gattungen und Arten und durch die jeder Art beigefügten Nummern des Staudinger-Wocke'schen Kataloges sehr erleichtert wird.

Von besonderem Interesse ist die systematische Einteilung, welche der durch seine vortrefflichen lepidopterologischen Arbeiten, besonders über das Geäder der Schmetterlinge rühmlichst bekannte Dr. Arnold Spuler gewählt und zum Teil ganz neu bearbeitet hat.

Im allgemeinen ist derselbe allerdings und zwar bis zu den Tortriciden herab dem im Staudinger-Wocke'schen Kataloge angenommenen System gefolgt, hat jedoch die durch die heutigen wissenschaftlichen Ansichten notwendig gewordenen wichtigsten Änderungen desselben entsprechend berücksichtigt, welche Änderungen hoffentlich dazu beitragen werden, die gänzlich unwissenschaftliche Einteilung der Schmetterlinge in Macro- und Microlepidopteren allmählich zu beseitigen. Wenn diese trotzdem im vorliegenden Buche vorläufig noch beibehalten ist, so geschah dies, wie Verfasser ausdrücklich bemerkt, nur aus praktischen Rücksichten für das Bedürfnis der Sammler und mit dem bestimmten Hinweis, dass eine derartige Einteilung wissenschaftlich nicht begründet ist.

Die Teilung der Tagfalter in Rhopalocera und Netrocera, der Hinweis, dass die Sesien einen den Cossiden nahestehenden Zweig der Tineen bilden, die Versetzung der Psychiden, Epialiden und Cossiden unter die Tineen, welchen auch die Tortriciden mit Recht nur als eine Unterfamilie einverleibt werden, entsprechen vollkommen den neueren systematischen Forschungen, welche nicht allein den vollendeten Falter, sondern auch die biologischen Verhältnisse in Betracht ziehen.

Das größte Verdienst aber hat sich Dr. Spuler durch das gänzlich neu bearbeitete System der Tineen erworben, welches auf die umfassendsten und sorgfältigsten Studien über das Flügelgeäder unter steter Berücksichtigung der Biologie, soweit dieselbe bekannt, gegründet ist. Wenn dasselbe auch noch nicht als vollständige Lösung der so schwierigen Aufgabe, ein möglichst naturgemäßes System der Tineen aufzustellen, zu betrachten ist, so bedeutet es unzweifelhaft doch einen sehr wesentlichen und wichtigen Fortschritt und zeigt den richtigen Weg, auf welchem das erstrebte Ziel am ehesten und sichersten zu erreichen sein wird.

Wir empfehlen daher die Fauna von Baden allen Lepidopterologen auf das wärmste und wünschen dem vortrefflichen Buche die weiteste Verbreitung. **Dr. Hofmann** (Regensburg). [19]

Digitized by Google

W. Kükenthal, Leitfaden für das zoologische Praktikum.

Mit 172 Abbildungen im Text.

Jena, Gustav Fischer, 1898. Preis ungebunden 6 Mark.

Wenn ein neues Lehrbuch oder ein neuer Leitfaden erscheint, so fragt man sich unwillkürlich, ob das neue Buch so viel des Besseren und Originellen bietet, dass sein Erscheinen berechtigt ist und ob damit einem „vorliegenden Bedürfnis" abgeholfen wird. Diese Fragen müssen bei dem Kükenthal'schen Leitfaden unbedingt bejaht werden! Denn die durchgängig gleichmäßige Behandlung aller Tiergruppen, von den Protozoen bis zu den Säugetieren, die Mikroskop wie Seciermesser gleichmäßig in Aktion treten lässt, die außerordentlich handliche und übersichtliche Anordnung des Stoffes in 20 Kursen, die geradezu eigenartige Ausstattung mit 172 wirklich guten Textfiguren, von denen die meisten neu und Originale sind, die einfache und klare Darstellung des Textes, sind bisher noch in keinem zoologischen Praktikum in dieser Weise erreicht worden. Bisher beschränkten sich die zoologischen Praktika auf die Zergliederung einzelner größerer Tiere und berücksichtigten die niedere Tierwelt entweder gar nicht oder nur in sehr unvollkommener Weise. Und gerade den niederen Tieren hat Kükenthal besondere Sorgfalt zugewandt! Protozoen, Cölenteraten, Tunicaten und Amphioxus mögen aus der Fülle des Erwähnenswerten hier besonders genannt werden, denn gerade diese bisher in zoologischen Kursen vernachlässigten Gruppen sind an einem reichen und äußerst glücklich gewählten Paradigmen-Material zur Darstellung gelangt. Für die Hydroidpolypen werden außer der grünen *Hydra* des Süßwassers noch 4 marine Vertreter der verschiedenen Hydriden-Ordnungen abgebildet und eingehend besprochen. Medusen, Korallen, Actinien sind ebenfalls makroskopisch wie mikroskopisch vorgeführt. Für die Anatomie der Ascidien ist die im Mittelmeer gemeine *Styela plicata* Less, eine höchst instruktive Form, gewählt worden. Der Amphioxus wird nach makroskopischer Präparation eines geschlechtsreifen Exemplars im Wachsbecken, an Toto-Präparaten, wofür eine neue Formol-Methode mit Doppelfärbung angegeben wird, und an Querschnitten durch die verschiedenen Körperregionen studiert.

Es würde hier zu weit führen, auf die anderen ebenso eingehend und erfolgreich berücksichtigten Tiergruppen näher einzugehen. Es mag nur noch eine neue und besonders hervorragende Seite des Buches genannt sein, die große Sorgfalt, welche der Verfasser den einheimischen Süßwassertieren hat angedeihen lassen, den Süßwasserschwämmen, von denen alle fünf deutschen Arten in mikroskopischen Nadel- und Gemmulaepräparaten abgebildet sind, den Süßwasserpolypen und den Bryozoen — alles Tiere, welche man sich leicht und ohne Kosten verschaffen kann. Auch die Parasiten einzelner Tiere z. B. die Gregarinen aus den Regenwürmern, die Würmer und Infusorien aus dem Frosch, sind abgebildet.

Einem jeden Cursus ist außer einer systematischen Orientierung ein technischer Abschnitt vorangestellt, welcher die Beschaffung sowie auch die Züchtung des Materiales bespricht und Anleitung zur Herstellung der mikroskopischen Präparate giebt. Dadurch sowie durch den besonderen Cursus „Elemente der Histologie", und die vielen eingestreuten technischen Notizen ist das Buch auch zum Selbststudium sehr geeignet.

Müssen wir somit dem Verfasser für seine große Mühe und Arbeit unsere volle Anerkennung zollen, so darf auch andrerseits das Bestreben der rühmlichst bekannten Verlagsbuchhandlung von Gustav Fischer in Jena nicht unerwähnt bleiben, dem Buche neben einer würdigen Ausstattung einen äußerst billigen Preis (6 Mark!) zu geben, welcher nicht zum wenigsten zur Einbürgerung und Verbreitung der neuen Methoden beitragen wird. R. [13]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Januar 1899.** **Nr. 2.**

Inhalt: **Driesch**, Von der Methode der Morphologie. — **Car**, Die embryonale Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii*. — **Standfuss**, Experimentelle zoologische Untersuchungen mit Lepidopteren. — **Krehl**, Pathologische Physiologie. Lehrbuch für Studierende und Aerzte.

Von der Methode der Morphologie.

Kritische Erörterungen

von

Hans Driesch.

Ueber den Wert wissenschaftlicher Hypothesen kann man verschiedener Meinung sein. Kann man das auch über wissenschaftliche Methoden?

Die Beurteilung von Hypothesen unterliegt in ihrem Ausfall der Individualität der Forscher, wir können beinahe sagen, ihrem Geschmack, und was von Hypothesen gilt, gilt in erhöhtem Maße von Fiktionen. Von Wahrscheinlichkeit reden wir bei Hypothesen, von Konformität bei Fiktionen; verschiedene Abstufungen dieser beiden Prädikatsarten vindizieren wir ihnen.

Können wir auch Methoden Prädikate, die ihre Güte ausdrücken, in verschiedenen Abstufungen zuschreiben?

Dass wir es nicht können, soll hier für das Beispiel der Morphologie dargelegt werden; es soll gezeigt werden, dass es über Methoden nicht verschiedene Meinungen geben könne, sondern dass eine gegebene Methodenart entweder richtig oder falsch sei, das heißt, dass sie ihrer logischen Natur nach entweder zur Gewinnung allgemein gültiger Begriffe oder Urteile führen kann oder es nicht kann.

Es lässt sich beweisen, ob sie es kann oder nicht kann. Wenn es trotzdem verschiedene Wertschätzung von Methoden giebt, so beruht das auf einem von der einen Seite begangenen Irrtum; eben weil rein logische Dinge in Frage stehen, lässt sich sagen, dass es ein

Digitized by Google

Irrtum sein müsse, nicht etwa das Aussprechen einer Unwahrscheinlichkeit.

Irrtümliche Wertschätzung wird zumal Methoden noch wenig entwickelter Wissenschaften gern zu Teil. Es liegt das darin begründet, dass die Mehrzahl der Forscher hier, wo noch nicht eine Fülle gewonnener sichere Resultate gebieterisch auf eine Methode als die richtige hinweist, sich über die von ihnen verwendete Arbeitsart überhaupt keine analytische Rechenschaft giebt; sie neigen dann dazu, Methoden wie Hypothesen zu behandeln. Aber das ist falsch.

Die bewussten Vertreter einer Methode in einem jugendlichen Arbeitsfeld werden in Hinsicht begründeter Methodenwertschätzung stets im Vorteil gegenüber ohne bewusste Methodik arbeitenden Forschern sein; gewannen sie sich doch eben ihre Methode selbst, die darum oft „neu" heißt, und geschah doch dieses Selbstgewinnen auf Grund eines Unbefriedigtseins mit dem bestehenden Zustand, mithin auf Grund eines Durchdenkens der logischen Erfordernisse eines Wissensgebietes. Ganz durchdenken und zur Sicherheit gelangen sind aber im Logischen wie im Mathematischen eins.

Wir besitzen seit einiger Zeit eine „neue" Methode der Morphologie; der Schreiber dieser Zeilen gehört zu ihren Vertretern, und zwar nicht nur durch Uebernehmung, sondern unbeschadet seiner Vorgänger, durch aktive Selbstgewinnung. Dadurch glaubt er ein Recht gewonnen zu haben, diese „neue" Methode gegen Angriffe zu verteidigen, gegen Angriffe, welche eben darin begründet sind, dass ihre Urheber neben der „neuen" Methode, nämlich der analytisch-experimentellen, noch eine andere, die vergleichende, als gleichberechtigt hinzustellen versuchen. Schon dieser Versuch ist ein Angriff, denn nur eine wahre Methode kann es geben.

Viel Falsches ist gegen unsere Methode gesagt worden, noch öfter hat man sie als nicht existierend ignoriert. Ich habe zu beidem bisher mit Ausnahme eines Falles[1]) geschwiegen, denn das gegen sie Gesagte war zu minderwertig, zu unüberlegt, die Forscher, die sie ignorierten und ruhig, als ob gar nichts geschehen, im alten Gleise weiter arbeiteten, waren uns zu gleichgiltig, als dass Antwort der Würde unserer „neuen" Methode angemessen gewesen wäre.

Es liegen aber jetzt zwei Schriften vor, die mich veranlassen, mein bisher geübtes Schweigen zu brechen, ob ich schon nicht viel zu sagen habe, das nicht in meinen methodologischen Schriften in unpolemischer, also besserer Form gesagt, und das nicht jedem denkenden Physiologen, Chemiker oder Physiker längst geläufig wäre; und zwar deshalb breche ich mein Schweigen, weil die Angreifer anderer Art sind als bisher.

1) „Ueber den Wert des biologischen Experiments" Arch. Entw. Mech. V.

Digitized by Google

An Stelle des üblichen leeren Geredes begrüßen wir nämlich in den allgemeinen Erörterungen Eisig's in seiner Capitellidenentwicklungsgeschichte[1]) sympathisch den Ernst und die Breite, mit der er auf unsere Ansichten überhaupt eingeht, während unser anderer „Gegner", E. B. Wilson[2]), ein Gegner gar nicht einmal durch begriffliche Darlegung, sondern nur durch die positive That ist, indem er nämlich da Einsicht gewonnen zu haben vermeint, wo er sie nicht gewinnen kann. Forscher, die wir wegen ihrer Gediegenheit hochschätzen, haben wir also zu unseren Gegnern — eben darum antworten wir, antworten wir sogar dem Unausgesprochenen.

Während nun aber in Bezug auf Wilson, der uns nur durch die That angriff, eine eigentliche Polemik, die sich an bestimmte Aussagen hält, von vornherein ausgeschlossen ist, soll hier auch gegen Eisig's Schrift keine Polemik engerer oder gar kleinlicher Art eröffnet werden; ein paar Details seiner Darlegungen, die meine Spezialarbeiten betreffen und ihnen, wie ich denke, nicht ganz gerecht werden, sind im Anhang I zur Sprache gebracht, soweit sie nicht der Kenner meiner Schriften ohne weiteres rektifizieren kann, im übrigen werden seine methodologischen Prinzipien durch Beweis der Richtigkeit ihres Gegenteils widerlegt werden.

Treten wir also in medias res und fragen wir uns, was zu leisten vermöge die vergleichende Methode in der Morphologie und was ihre angebliche Erweiterung, die Phylogenie, wobei wir, trotz Ausschlusses eigentlicher Polemik, unsere Gedankengänge denen Eisig's und Wilson's möglichst anzupassen versuchen wollen.

So werden wir das Material gewinnen für eine rein begriffliche Kennzeichnung der Vergleichung, die den zweiten Teil dieses Aufsatzes bilden soll.

Eisig und Wilson „vergleichen" die Blastomeren des abgefurchten Keimes bei Anneliden, Mollusken und Polycladen untereinander, sie finden, dass ihre Zellen sich in bestimmter Weise „entsprechen", Wilson thut dasselbe in Bezug auf Annelidenarten unter sich. Gut, das sind gruppenweis-abgestufte Aehnlichkeiten, wie die systematische Klassifikation der Lebewesen sie zu finden gewohnt ist; wir werden auf ihren begrifflichen Wert zurückkommen. Aber was folgern unsere Autoren daraus? Genau dasselbe, was man gemeinhin aus „Homologien" von Geweben oder Organen folgert: Die „Zellenhomologien" sollen für eine Abstammung der verglichenen Arten oder Gruppen von gemeinsamen Vorfahren oder von einander sprechen.

---

1) „Zur Entwicklungsgeschichte der Capitelliden" Mitt. Zool. Stat. Neapel, XIII, p. 245—267.

2) „Considerations on Cell-Lineage and Ancestral Reminiscence." Ann. New-York Ac. of. Sc., XI, Nr. 1.

Digitized by Google

Fragen wir uns zunächst, was mit dieser „Einsicht" gewonnen wäre, sodann wie ihre Stützen beschaffen sind.

Es mag mir hier nun gestattet sein, mich selbst zu zitieren, schon um dem verbreiteten Gerede entgegenzutreten, dass ich stets den Descendenzgedanken und die mit ihm zusammenhängenden Probleme geflissentlich ignoriert hätte.

1892 heißt es bei mir im VI. Teil der „entwicklungsmechanischen Studien"[1]): „Wir haben also gesehen, dass nur Wahrscheinlichkeitsgründe ziemlich indifferenter Art für Descendenz vorliegen; fragen wir uns nun weiter, was leistet uns die Hypothese des genealogischen Zusammenhangs der Arten? . . . . . Es ist selbstredend, dass der hypothetische Nachweis historischen Zusammenhanges, . . . nicht mit kausaler Aufhellung zu verwechseln ist: eine Ahnengallerie und nichts weiter kann Formengeschichte liefern".

Es wird dann weiter erörtert, wie ein Nachweis von Descendenz, wenn er sicher wäre, immerhin eine „Vereinfachung, zwar auch nur im Prinzip, nicht im einzelnen schaffen" könne, nämlich bei der Annahme, dass „die formbildenden Kräfte, die im übrigen in völliges Dunkel gehüllt sind, . . . immer nur eine gewisse Summe der Eigenschaften veränderten, nie alle . . . . ." In diesem Falle würde nämlich „die Summe des nicht veränderten auf Rechnung eines gekannten[2]) Faktors, der Vererbung" gesetzt.

Im Anschluss an Wigand nenne ich diese Leistung eine „arithmetische Vereinfachung des Problems", nicht mehr, denn es ist klar, dass Subsumption unter den Vererbungsbegriff nicht Unterordnung unter ein Naturgesetz elementarer Art, sondern Zuordnung zu einem unanalysierten Thatsachenkomplex, also kein „Verstehen" bedeutet.

1893 füge ich in der „Biologie"[3]) hinzu, dass leider diese Vereinfachung „darum sehr illusorisch ausfällt, da doch gerade die Verschiedenheiten der Formen das Problem bilden", also nicht das durch die Subsumption unter den Vererbungsbegriff Vereinfachte.

Das seinerzeit Gesagte scheint mir noch heute unanfechtbar. Ziehen wir aus allem eine auch früher schon gezogene Konsequenz, so haben also Descendenznachweise sehr geringen Wert, wenn sie nicht erstens für jeden Umwandlungsvorgang einen auslösenden Reiz angeben können, und wenn nicht zweitens allgemeine Normen des Reagierens auf Umwandlungsreize bekannt sind.

Dass sich nun in der That bisher alle Descendenz-„Nachweise"

---

1) Zeitschr. wiss. Zool., LV., p. 46 ff.

2) Man beachte: ich sage nicht „bekannten". Im übrigen vergl. über den Vererbungsbegriff meine Arbeit über „Bastardlarven" Arch. Entw. Mech., VII, p. 93 ff.

3) „Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft", Leipzig 1893.

Digitized by Google

mit dem bloßen Aussprechen des angeblichen Thatbestandes begnügten, ist bekannt; ihr Wert somit gekennzeichnet.

Aber selbst, wenn dem nicht so wäre, wenn jene Erfordernisse einer vertieften Phylogenie, Ursachen für die Verschiedenheiten der Formen anzugeben, erfüllt wären, selbst dann stünde es um den Wert spezieller Descendenznachweise nicht viel besser, wie in meiner „Biologie" p. 28 ff. zu lesen ist. In diesem Falle würden der theoretischen Morphologie ja jene allgemeinen Umwandlungsgesetze genügen, alles übrige aber spezielle Faktenaufzählung, Historie, also etwas für die philosophische Wissenschaft Ueberflüssiges sein.

Rekapitulierend können wir also sagen:

Selbst wenn wir allgemeine Normen des Umwandlungsgeschehens der Lebewesen kennten, würde der Nachweis spezieller Descendenz für die Biologie als philosophische Wissenschaft minderwertig, weil eine historische Einzelermittlung, sein, wie z. B. auch die historische Geologie oder die Kant-Laplace'sche Nebularhypothese der Physik und Chemie gegenüber minderwertig sind.

Ohne Kenntnis solcher Umwandlungsgesetze aber wäre selbst eine durch Offenbarung vermittelte Kenntnis des richtigen Stammbaums ebenso „viel" wert, wie die Ermittlungen der historischen Geologie oder die Kant-Laplace'sche Himmelstheorie ohne Kenntnis der Physik und Chemie wert wären.

Nun aber haben wir weder die Umwandlungsgesetze noch den offenbarten Stammbaum; ja letzteren können wir wohl aus der Reihe berechtigter Hoffnungen streichen.

Was wollen also die Phylogenetiker? Leisten können ihre Ermittlungen für die Biologie nichts. — Ja! können sie denn überhaupt „Ermittlungen" machen?

So sind wir denn allmählich in die zweite unserer Fragestellungen überführt worden; sie hängt eng mit der ersten zusammen:

Ohne Allgemeingesetze und Kenntnis umwandelnder Reize kein Wert der Phylogenie (abgesehen vom geringen Wert der Historie überhaupt) hieß es erstens.

Wie aber soll überhaupt eine phylogenetische Aussage ohne jene Allgemeinkenntnis oder ohne Experiment möglich sein? heißt es nun zweitens.

Also: ohne jene obersten Erfordernisse nicht nur kein Wert, sondern überhaupt keine Möglichkeit der Phylogenie!

Sie ist ja aber doch da!

Wohl ist sie da, aber nicht als Wissenschaft, nicht mit der Berechtigung, sich diesen Namen zu geben. Sie ist eine subjektive Zuthat zu Ergebnissen der vergleichenden Systematik, eine Zuthat, mit der man fälschlich wähnt, jenen Ergebnissen den Charakter einer

Digitized by Google

höheren Einsicht zu geben, während man in der That nicht die leiseste Berechtigung zu eben der Zuthat selbst hat.

Da wird z. B. wohl behauptet, durch Vergleichung von Formenreihen in Verbindung mit palaeontologischen Befunden lasse sich wohl ein Stammbaum mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit eruieren, und nicht nur dieses, sondern aus so gewonnenen Stammbäumen ließen sich wohl gar allgemeine Umwandlungsprinzipien, welche alle Descendenz beherrschten, ableiten. Ich gestehe, dass es mir eine seltsame Meinung von den obersten, über bestimmtem Raum und bestimmter Zeit thronenden Naturbegriffen, den ewig und überall geltenden Ideen Platons zu verraten scheint, dass man sie ableiten zu können hofft aus Einzelaussagen, die selbst nur durchaus hypothetisch ausgesprochen werden können. Man sieht hier so recht, wie alle Unterschiede der Begriffe „wissen" und „meinen" im modernen Bewusstsein verwischt sind[1]). Bei dem eben geschilderten Unterfangen, welches das höchste Sicherste aus dem Unsichersten ableiten will, wird geradezu der ganze Wissenschaftsprozess auf den Kopf gestellt.

Man lege sich doch einmal ernsthaft diese Erwägungen vor:

Was müssten wir wissen, um auch nur sagen zu können, dass gewisse Anneliden mit „rudimentären Blastomeren" abstammen von Formen, bei denen ähnlich gelagerte Zellen morphogenetisch funktionierten? Was, um von der Abstammung etwa der *Amphiura squamata* von Arten mit freien Larven mit entwickeltem Kalkgerüst reden zu können? Was, um der *Capitella* Vorfahren ohne Brutpflege zuzuschreiben?

Lauter Dinge müssten wir wissen, die wir heutzutage nicht einmal ahnen; Dinge, zu deren Ermittlung nicht einmal ein Anfang gemacht worden ist[2]), ein Anfang, der nur denkbar ist im Sinne experimenteller Forschung.

Nun mag ja jeder jene drei Aussagen machen, aber er erhebe keinen Anspruch, uns damit mehr als seinen Glauben mitgeteilt zu

---

1) Uebrigens hier nicht nur, sondern fast überall, wo der Begriff „Phylogenie" hineinspielt; selbst die Werke trefflicher Forscher, wie Roux und Goebel, sind nicht frei davon: Das wirklich Bewiesene und das phylogenetisch „Erschlossene" verschwimmen bisweilen noch durcheinander, als ob das gleichwertige und nicht vielmehr grundverschiedene Sachen wären. Wer kann heut zu Tage sagen, dass er ganz frei von diesem Fehler sei? Wir alle sind ja noch wissenschaftlich aufgewachsen in einer Zeit, die man einst das Mittelalter der Biologie nennen wird.

2) Im Speziellen sage ich hier nur das eine, dass z. B. die in jedes Umwandlungsproblem hineinspielende berühmte Frage nach der „Vererbung erworbener Eigenschaften", ihrer Lösung noch um keinen Schritt näher gerückt ist; denn die eventuelle Vererbung von Verletzungen ist nur ein kleines Unterproblem der Hauptfrage.

Digitized by Google

haben, seinen Glauben, basiert auf Gutdünken und auf Erwägungen ganz unbestimmt-teleologischer Art. Wie denn z. B. gesagt wird: Formen mit Brutpflege „müssten unbedingt" von solchen mit freien Larven abstammen, rudimentäre Organe „müssten unbedingt" in früheren Generationen funktionierende Aequivalente gehabt haben und dergleichen mehr.

Man mag das glauben, gewiss, ich selbst glaube es und manches ähnliche, aber man weiß es nicht nur nicht, sondern sieht jetzt nicht einmal die Möglichkeit, es wissen zu können.

Eine Methode aber, die nur zu Glaubensaussagen, basiert auf unbestimmte Zweckerwägungen führen kann, ist überhaupt keine wissenschaftliche Methode. —

An diesem Punkte können wir nun von mehr erläuternder zu strengerer Redeweise übergehen.

Die „Phylogenie" haben wir als wissenschaftliche Methode gestrichen. Wir nannten sie eine haltlose Zuthat zu Resultaten der Vergleichung. Was ist denn nun die Vergleichung und die auf sie basierte Klassifikation?

Vergleichen unter einander kann ich, was ich will, klassifizieren auch. Tische und Tintenfässer z. B. kann ich nach Vergleichungsgesichtspunkten klassifizieren; so auch Tiere und Pflanzen nach ihrer äußeren Form; so auch Tiere und Pflanzen unter Berücksichtigung ihrer Anatomie und des Ganzen ihrer Entwicklung.

Was nützt mir diese Vergleichung?

Sie erleichtert die Uebersicht, erleichtert das Behalten, das Wiedererkennen der Objekte, und zwar wegen einer besonderen Art der begrifflichen Subsumption, die sie verwendet. Sie schafft nämlich aus den begrifflich festgelegten Einzeldingen höhere Begriffe („die Katze"), aus diesen noch höhere („die Gattung Felis") u. s. f., und zwar thut sie das durch Beschränkung der Zahl der Merkmalskategorien, durch absichtliche Außerachtlassung gewisser Merkmalklassen, nämlich der unterscheidenden.

Durch Hinzusetzen unterscheidender Merkmalarten werden hier umgekehrt aus den Allgemeinbegriffen wieder die einzelnen.

Trotz Verwendung des Prozesses der begrifflichen Ueber- und Unterordnung schafft aber auf Vergleichung basierte Klassifikation nicht das, was man Verstehen des Speziellen aus dem Allgemeinen nennt, und zwar haftet ihr dieser Mangel an eben wegen jener für sie charakteristischen Art des Vorgehens, dass sie nämlich Allgemeinbegriffe aus Einzelbegriffen durch Fortlassen von Merkmalskategorien bildet.

Aus dem Begriff Säugetiere haben wir absolut nichts für das Verständnis der mit den betreffenden Einzelbegriffen bezeichneten Dinge Katze und Hund gewonnen, aus dem Begriff Peripatus nichts für das

Digitized by Google

Verständnis der Peripatusarten mit ihren so verschiedenen Entwicklungsweisen.

Ganz im Gegensatz zu dieser von der Klassifikation geübten Allgemeinbegriffsbildung ist die Allgemeinbegriffsbildung jener Wissenschaften, welche sich exakt nennen, voran der Mathematik: sie bilden ihre Oberbegriffe nicht durch Fortlassung von Merkmalskategorien, ihre Oberbegriffe sind nicht inhaltsärmer und umfangsreicher als ihre Unterbegriffe, sondern sie sind inhalts- und umfangsreicher als diese[1]). Die allgemeine Kegelschnittsgleichung umfasst die Gleichungen aller Kegelschnittsarten, diese entstehen aus jener nicht durch Zusetzung von Merkmalskategorien, sondern durch Spezifikation schon vorhandener Kategorien und dasselbe gilt von Urteilen, welche allgemeine Naturgesetze, d. h. konstante Veränderungsabhängigkeiten, ausdrücken, auch sie enthalten nicht weniger Merkmale als die durch sie „verstandenen" Einzelgeschehnisse, sondern mehr oder ebensoviele, aber ohne deren Spezifität. Wir können auch sagen: nur insofern Naturvorgänge dieselbe Merkmalszahl besitzen wie gewisse allgemeine „Naturgesetze" sind sie mit Hilfe dieser „verstanden".

Also nur Allgemeinbegriffsbildung durch Generalisierung, nicht durch Fortlassung von Merkmalskategorien bietet Einsicht. Also bietet die zoologisch-botanische Klassifikation keine Einsicht, also erzielt auch die auf Klassifikation gerichtete vergleichende Methode der Biologie keine Einsicht.

Was aber erzielt sie denn? Was ist sie denn?

Sie erzielt Uebersichtlichkeit, Verständigungsmöglichkeit; sie erzielt somit etwas sehr Wichtiges, unumgänglich Notwendiges, schon allein deswegen, weil sie uns in Form der Description sagt, was eigentlich alles da ist, als Objekt für Wissenschaft.

Aber selbst ist sie nicht Wissenschaft, sondern nur Vorarbeit dazu, kurzgesagt: sie katalogisiert. (S. Anhang II.)

Da man über diese so offen zu Tage liegenden Verhältnisse so selten Klarheit findet, sei noch auf ein angeblich ganz besonders „vornehmes" Gebiet der vergleichenden Forschung, auf „die vergleichende Anatomie", mit kurzen Worten eingegangen.

Zunächst ist klar, dass vergleichende Anatomie nie Selbstendzweck, sondern stets nur Mittel zu einer möglichst guten Klassifikation sein kann.

Was ist nun eine möglichst gute Klassifikation? In unserem Fall eine solche, welche die Summe der vorhandenen Lebensformtotalitäten, das soll heißen der Lebensformen mit Rücksicht auf ihre gesamten morphologischen Kennzeichen, also auch ihre Ontogenie, am übersichtlichsten, am einfachsten ordnet, so dass immer nur das Aehnlichste

1) Alles dieses steht ausführlich, natürlich von keinem gekannt, in meiner „Biologie" § 6, p. 33 ff. Nur Haacke ist einmal darauf eingegangen.

Digitized by Google

bei einander steht, wobei eben dieser Begriff des „Aehnlichsten“ durch Abwägung der Aehnlichkeiten in allen verschiedenen Merkmalsklassen eruiert wird. Dazu also ist vergleichende Anatomie Mittel. Im speziellen Falle kann nun natürlich auch ein besonderes Vergleichungs-Problem Selbsteinzelzweck für den Forscher sein, und gerade was in diesem Falle eigentlich von ihm geleistet wird, soll hier untersucht werden.

Es handelt sich um das oft gehörte Wort „Homologie“. Was ist homolog? Unsere Modernen sagen: „Das was bei der Phylogenese durch Vererbung gewahrt ist“. Da wir nun aber in keinem Falle davon wissen können, wie oben erörtert, so müssen wir diese Definition gleich in allem Anfang fallen lassen. Ist doch auch praktisch die Sache immer so, dass unsere Forscher aus der Vergleichung sich eine „Phylogenie“ zurecht machen und aus dieser dann ihre Art des Vergleichens „beweisen“; die alte Geschichte vom Herrn von Münchhausen.

Also was „ist“ homolog? Ich weiß es nicht, meine Gegner wissen es auch nicht. Das Wort wird aber trotz dieses Nichtwissens doch vielfach angewandt. Stellen wir also unsere Frage anders, fragen wir: Was „nennen“ wir homolog?

Das Homologiensuchen nannten wir ein Mittel zur Klassifikation, die Klassifikation nun ist ein rein praktischer Zweck: wir wollen uns leicht zurechtfinden. Suchen wir uns aus diesem Standpunkte eine Nominal-Definition des Begriffes „homolog“ zu bilden, so dürfte sie wohl so lauten:

Homolog nennen wir allemal solche Merkmale von verschiedenen Formen, welche bei Abwägung der Aehnlichkeiten aller, zum Zwecke einer guten Klassifikation, am wenigsten Unähnlichkeiten darbieten.

Das scheint mir erschöpfend, ist aber gar keine positive Definition; sie enthält als wesentlich den Begriff des Abschätzens, des „Dafürhaltens“, nicht den des Wissens; ferner den des Mittels für einen praktischen Zweck.

Wie sollte es auch anders sein? Wenn es aber so ist, so ist auch am Beispiel der „vornehmsten“ morphologischen Disziplin gezeigt, dass sie im günstigsten Fall brauchbare Vorarbeit liefern kann, zumal wohl für spätere Erforschung von Umwandlungen, aber nie und nimmer Einsicht. Das Wort „sicher“ oder „wissen“ spielt bei ihr überhaupt keine Rolle, sondern nur die Worte „praktisch“ und „meinen“. Wer wollte sie da wahre Wissenschaft nennen?

Wissenschaft im strengen Sinne kann also nur ein Arbeiten nach jener Methode liefern, welche bewusst auf einsichtsgewährende Begriffsbildung d. h. auf Begriffsbildung durch Merkmalgeneralisation, auf Naturgesetze hinzielt.

Digitized by Google

Es heißt nicht ein Arbeitsgebiet schmähen, wenn man es an die richtige Stelle setzt; um aber jeden Vorwurf der ungerechtfertigten Verkleinerung fern zu halten, wollen wir nicht unterlassen zu betonen, dass gute, deskriptiv-vergleichende Arbeiten, wie gerade diejenigen, welche den vorliegenden Artikel hervorrufen, eben dadurch von großem Nutzen werden können, dass sie Ansatzpunkte für die wissenschaftliche Morphologie abgeben.

Also nichts sei mir ferner als Missachtung der Leistungen anderer, als Missachtung zumal des Scharfsinnes der Begründer unseres Systems. Trotzdem, mag man es gern hören oder nicht: das Wort von der wissenschaftlichen Morphologie, von „unserer wissenschaftlichen Morphologie" muss ausgesprochen werden, mag man sich auch noch so sehr darüber entsetzen. „Wir" — zahlreich sind wir eben nicht — haben nicht „eine" Methode der wissenschaftlichen Morphologie, sondern wir haben die wissenschaftlich-morphologische Methode. Daran hindert nicht, dass wir erst einen sehr kleinen Teil der morphologischen Probleme wissenschaftlich zu bearbeiten begonnen haben, andere noch gar nicht, oder fast gar nicht, wie z. B. das sehr wichtige Problem der morphologischen Verschiedenheiten. Wir sehen eben dieses Problem, das Problem der „Umwandlung", sehr wohl, halten es aber zur Zeit für eine fast[1]) uneinnehmbare Festung und treiben daher zur Zeit ganz vorwiegend „Entwicklungsphysiologie", da wir hier die Möglichkeit von Resultaten sehen, während unsere Gegner die Sache häufig so darstellen, als dächten wir, unsere Entwicklungsphysiologie sei nun für uns die ganze Morphologie[2]). „Aus sich

1) Namentlich verdienen zwei Arten von Vorstoßarbeiten in dieser Richtung große Beachtung, die exakten Variationsarbeiten, die von Galton und Weldon ausgegangen sind, und die experimentellen Umwandlungsarbeiten von Herbst; mögen immerhin erstere zur Zeit als nicht mehr denn als exakte Vorarbeiten und Materialformulierungen anzusehen sein, und mögen auch letztere gegenwärtig, wo wir so vieles Nötige noch nicht wissen, zum eigentlichen Artbildungsproblem nur erst in lockerer Beziehung stehen. — Zum Begriff der „Formulierung" vergleiche man meine „Mathematisch-mechanische Betrachtung morphologischer Probleme der Biologie", Jena 1891.

2) So sagt z. B. auch Eisig, durch unsere Versuche vermöchten wir nie und nimmer das Spezifische irgend welcher Eigenschaften an Tierformen zu erklären. Gewiss nicht! Das wollen wir auch gar nicht: unser Problem ist die Gesetzlichkeit des allgemeinen Sich-Entwickelns, ist „Entwicklungsphysiologie"; alles Spezifische, alles „warum gerade so und nicht anders" ist Problem einer künftigen „Umwandlungsphysiologie"; die Entwicklungsphysiologie nimmt das hin. Auch Wilson begeht einen analogen Fehler, wenn er meint, durch Nachweis morphogenetisch-funktionsloser Zellen bei gewissen Formen entwicklungsphysiologische Fragen vertiefen zu können. Es sind vielmehr Fragen der spezifischen Unterschiede, der Spezifität im allgemeinen, die er aufwirft. Diese gehen die Entwicklungsphysiologie gar

Digitized by Google

selbst" sagt man uns, versuchten wir vergeblich einen Organismus zu erklären. Ganz recht; soweit er ein spezifischer Organismus ist, reicht unsere entwicklungsphysiologische Methode nicht zu, aber wohl soweit er ein sich entwickelnder Organismus überhaupt ist, und nur insoweit wollen wir ja das Geschehen an ihm „aus sich selbst" erklären. Unsere Gegner missachten das Mögliche, das „aus sich selbst" Erklärbare, und versuchen, was von uns bewussterweise nicht versucht, für sie aber zu lösen ganz unmöglich ist. Wir wissen, was wir können und was wir zur Zeit nicht können; unsere Gegner glauben zu können, was wir eben nicht zu können wissen: das von uns gar nicht in Angriff Genommene behandeln sie mit ihrer „Vergleichung", die der Natur der Sache nach, wie gezeigt, gar nicht zu Einsicht führen kann.

Können „wir" also zur Zeit nur wenig, so können wir doch in diesem Wenigen etwas, nämlich sichere Aussagen machen über Abhängigkeitsverhältnisse. Wir können „wissen"; unsere Gegner können, wenn sie über das rein-deskriptive hinausgehen, nur „glauben" oder „meinen".

Dieser ganz ungeheure Unterschied zwischen der phylogenetischen Glaubensaussage oder dem „Meinen" in Homologiefragen und „unserem Wissen", ist trotz seiner Bedeutung noch so wenig gewürdigt, dass einige Bemerkungen hierzu nicht überflüssig sind, obschon sie nur oft schon Gesagtes wiederholen:

In jenen Dingen kann es, wie wir zeigten, gar keine Sicherheit geben. Ihre Vertreter sind daran praktisch so gewöhnt, dass sie nun nicht sehen wollen, dass man eben mit anderer Methode zu Sicherheit sehr wohl gelangen kann. So ist z. B. ein von Conklin und Eisig in gründlicher, von sehr vielen anderen in höchst leichtsinniger Weise durchgeführter Gedankengang etwa dieser: „Bei Anneliden und Mollusken sind manche Zellen sicherlich prospektiv spezifiziert, vielleicht noch mehr als von denen es experimentell bewiesen ist; dieser Befund dürfte doch die Bedeutung der Versuche am Echinodermenei erheblich einschränken".

Nie und nimmer schränkt dieser Befund die Bedeutung meiner Versuche ein! Wenn ich zeige: beim Echinodermenei kann man beliebig Kerne und Plasma entnehmen oder verlagern, und es resultieren doch ganze Tiere (s. Anhang IV), so ist das so, und wenn es auch nur bei einer Spezies so wäre, so ist es eben bei dieser so, d. h. es ist so in einer Entwicklungsgeschichte; mit dem hier konstatierten Abhängigkeitsverhältnis muss also jede entwicklungsphysiologische

---

nichts an, sondern ihre Aufdeckung ist höchstens eventuell Material für eine experimentelle Umwandlungslehre der Zukunft. Alles dieses ist ausführlich erörtert „Biologie" p. 46, „Analyt. Theorie" p. 180 ff. (Anhang 7) und p. 30 f., aber natürlich von Niemandem gelesen. (Hierzu Anhang III.)

Digitized by Google

Theorie rechnen, wenn auch bei allen anderen Spezies die Sache anders wäre, was nicht einmal der Fall ist.

Sicherheit eben boten meine Versuche; da giebt es keine Diskussion, die Echinidenblastomeren sind prospektiv-gleichwertig, mögen auch alle anderen es nicht sein.

Ebenso sind bei Mollusken nicht alle Blastomeren gleichwertig, das ist auch sicher.

Diskussion über Wahrscheinlich oder Unwahrscheinlich ist hier ausgeschlossen, eben weil experimentell konstatierte Abhängigkeitsgeschehnisse vorliegen.

Etwas anderes ist es mit meinem Versuch, alle scheinbar heterogenen Fakten hinsichtlich der Prospektivität der Blastomeren hypothetisch-einheitlich zu begreifen; aber auch an diesem ist die Abhängigkeit der prospektiven Beschränkung vom Plasmabau des Eies eine Sicherheit. Morgan's und meine Ctenophoren-Versuche beweisen das.

Wir können eben beweisen.

Mag nun auch Eisig und manche andere das, was wir sagen und beweisen können, nicht gerade hoch anschlagen, so hindert das doch nicht, dass wir wirklich, wenn auch noch in beschränkter Weise, sichere Aussagen über wahre Funktionalbeziehungen, nicht nur wie die deskriptiven Forscher über räumlich-zeitliche Coincidenzen oder Successionen, zu machen im stande sind[1]): dass vom Plasma die Blastomerendifferenzierung abhängt, ist in dieser Hinsicht wichtig, auch wenn wir über die nähere Art der Abhängigkeit gar nichts

---

1) Wir machen sichere Aussagen über „Causales", unsere Gegner nur über Lokal-temporales. Da für eine längere begriffskritische Erörterung hier nicht der Ort ist, so sei nur dieses bemerkt:

Alle Causalfolgen sind zugleich lokal-temporale Folgen, aber nicht umgekehrt. Von Causal reden wir, wenn wir Folgeverhältnisse „verstehen", d. h. wenn sie als Spezialfälle unter allgemein als richtig erkannte Abhängigkeitsverhältnisse subsumierbar sind; nur dann verbinden wir mit dem Folgen der Veränderung B auf die Veränderung A den Begriff der Notwendigkeit, welcher a priori ist, nur dann reden wir von Ursache und Wirkung. — Die Hume'sche Auffassung der Frage genügt meines Erachtens nicht; wir haben eben diesen Zusatz-Begriff der Notwendigkeit für das Causale im Gegensatz zum Temporalen; wir haben ihn, selbst wenn wir praktisch einmal causale Einsicht mit bloß temporaler Kenntnis verwechseln. Wir können sagen, das Causale sei ein erkanntes Ideal, dem wir uns im einzelnen praktisch asymptotisch nähern. —

Ort und Gelegenheit sind für eine weitere Ausführung des Gedankens nicht geeignet; sind doch auch diese Aphorismen nur für solche bestimmt, welchen bei Lektüre des Haupttextes Bedenken aufstoßen sollten; sie sollen sehen, dass ich diese Bedenken gesehen habe.

Im Uebrigen vergl. „Biologie" § 4.

Digitized by Google

wissen. Als Analoga sei an die grundlegenden Arbeiten Loeb's über „Instinkte" erinnert, die ja freilich auch eine hinreichend falsche Beurteilung gefunden haben: auch sie sind nichts definitives, aber etwas sehr wichtiges.

Wir können also Sicheres aussagen über Abhängigkeiten im Naturverlauf, unsere Gegner können nur in der Beschreibung Sicherheiten bieten, können im günstigsten Fall der wissenschaftlichen Morphologie gutes Material bieten.

Natürlich soll das nicht heißen, dass nicht der experimentelle Weg bei sehr komplizierten Dingen im einzelnen zu Irrtümern führen könne; dieses vielmehr ist es, was gesagt werden soll: Wir haben die Möglichkeit, das Richtige bewusst auszusagen und den Irrtum im Einzelnen bewusst als solchen zu erkennen, eben diese Möglichkeit mangelt unseren Gegnern: wohl können wir irren, aber unsere Gegner können nie wissen. —

Man sieht es also, um auf den Eingang dieser Studie zurückzukommen, eine Diskussion über „Methoden" in der Morphologie oder gar ein Kompromiss, ein Entgegenkommen in dieser Hinsicht giebt es nicht: es giebt nur eine leistungsfähige Methode, und das ist die unsere; alles was sonst als Methode ausgegeben wird, verdient diesen Namen gar nicht.

Von „Ansichten" oder „Meinungen" kann hier eben nicht die Rede sein; oder wenn man doch diese Ausdrucksweise belieben sollte, nun dann ist eben eine „Ansicht" richtig und die anderen sind falsch.

Denn, um es nochmals zu wiederholen:

Unsere Methode, die Methode der analytischen Formulierung und des Experiments kann ihres logischen Charakters wegen Naturgesetze ermitteln[1]).

Die nicht analytisch-experimentellen sogenannten Methoden können nur klassifizieren, und zwar können sie nicht mehr, weil sie

erstens, soweit sie „phylogenetisch" sind, jedes sicheren Grundes ermangeln, der ihnen eventuell einst von der wahren morphologischen Methode geliefert werden könnte,

zweitens, soweit sie rein-vergleichend sind, nur durch Fortlassung von Merkmalskategorien Oberbegriffe bilden, wobei das Ziel ein direkt praktisches ist und der Begriff des Wissens überhaupt gar nicht in Frage kommt.

Hier höre ich nun noch den Einwand, dass die vergleichenden Forscher gar nicht nur klassifizieren oder Stammbäume machen wollten, sondern sie vermöchten sehr wohl durch ihre Methode auch all-

1) Ueber den Begriff der analytischen (mathematischen) Formulierung vgl. näheres in meiner Schrift: „Die math.-mech. Betrachtung etc." Jena 1891.

gemeine entwicklungsgeschichtliche Naturgesetze zu ermitteln. Auf den „Einfluss“ des Nahrungsdotters, der Brutpflege, des Lebens im Süßwasser u. s. w. wird da hingewiesen. Schade nur, dass es sich nie im Ernste um „Einfluss“ d. h. um Causales, sondern immer nur um Koincidenzen, denen vielleicht ein unbekanntes Causales zu Grunde liegen möchte, handelt. — Doch sind die hier obwaltenden Verhältnisse erst vor kurzem von Roux und von mir im Anschluss an Ausführungen O. Hertwig's so breit erörtert worden, dass wir hier über die letzte Prätension der vergleichenden Forschung ruhig zur Tagesordnung übergehen können, und diesen Exkurs mit nur einer Bemerkung beschließen wollen, nämlich mit dieser: Haben die vergleichenden Forscher auch aus 1000 Beobachtungen „konstatiert“, dass A von B abhängt, und ein Experimentator findet, dass dem nicht so ist, sondern dass A von C abhängt, oder auch etwa A und B von D, so hat, ohne dass es der geringsten weiteren Diskussion bedürfte, der Experimentator Recht. (S. Arch. Entw.-Mech. V.)

Ich habe den Gegensatz des Wertes zwischen unserer und der älteren Forschungsart so scharf, wie wohl noch nie geschehen, betont, mir wohl bewusst, damit mehr als 90% unserer Zoo-Morphologen[1]) nichts Angenehmes zu sagen. Der rein logische Charakter der Frage, macht es, dass ich so scharf sprechen kann, eben so scharf wie sich die Nichtausführbarkeit der Quadratur des Kreises mit euklidischen Mitteln aussprechen lässt. Wo man aber scharf sprechen kann, da soll man auch scharf sprechen.

Noch einmal soll hervorgehoben sein, dass ich die Probleme, welche die Phylogenetiker meinen bearbeiten zu können, nämlich die Probleme der Spezifität, der Umwandlung, im Gegensatz zur Entwicklung sehr wohl sehe, aber ich sage: wir können diese Probleme zur Zeit nicht erfolgreich in Angriff nehmen, und nur wir könnten es; was jene geleistet zu haben glauben, ist nur Schein, was sie höchstens geleistet haben, Vorarbeit.

Hiermit komme ich denn zum Schlusse noch auf die beiden einzigen Punkte, in denen ich unseren vergleichenden Gegnern Zugeständnisse gewisser Art machen kann, und zwar meine ich natürlich den modernen Vertretern der Vergleichung, denn, dass ich die namentlich in der vordarwinischen Zeit geschehene Schöpfung des Systems als notwendige orientierende Vorarbeit schätze und in jenen alten Begründern des Systems und des Begriffs „Typus“ nicht etwa „Gegner“

1) Die Botaniker haben sich bekanntlich, wenigstens zum größeren Teil, die Weisheiten des sogenannten Darwinismus nie so recht zu eigen gemacht, wodurch ihre Wissenschaft denn auch von deren Segnungen ziemlich verschont, wenigstens nie überwuchert worden ist.

Digitized by Google

sehe, ist oben deutlich gesagt worden[1]) und wird auch schon daraus evident, dass jene älteren Systematiker eben frei von den Prätensionen der neueren waren.

Einmal können die vergleichenden Forscher durch sorgfältige Beschreibung gegebener Objekte das Material liefern, das für uns notwendig ist, dessen Vorhandensein uns wenigstens einen großen Teil Arbeit ersparen kann.

Zum anderen können sie bisweilen anzeigen, wo ein Problem vorliegt, das experimentell behandelt werden könnte: hier sei z. B. an den durch Vergleichung gewonnenen Satz erinnert, dass partielle Furchung von der Masse und Verteilung des Nahrungsdotters abhängig sei, ein Satz der durch neuere Versuche O. Hertwig's in das Bereich wissenschaftlicher Aussagen gerückt ist; hier sei auch darauf hingewiesen, dass die durch Vergleichung und Klassifikation gewonnenen Reihen von nach abgestufter Aehnlichkeit gruppenweis geordneten Formen vielleicht einst der experimentellen Umwandlungslehre als Basis dienen könnten, sei auch besonders betont, dass Wilson's Entdeckung von funktionslosen Blastomeren, welche funktionierenden Zellen bei anderen Arten „homolog" sind, gewiss beachtenswert, wenn auch leider ganz unverstanden ist.

Leider müssen wir aber unseren 2 Zugeständnissen gleich wieder Einschränkungen beifügen:

Zum ersten sind sehr selten[2]) die Resultate reiner Beschreibung für uns rückhaltlos als Material brauchbar; die deskriptiven Forscher beschreiben alles gleichermaßen genau und eben darum die gerade für uns wichtigen Punkte selten genau genug. Gar nicht zu reden davon, dass sie oft — ich erinnere nur an die „Urmesodermzellen" — mit ihren Arbeiten die von ihrer Richtung gezeitigten „Theorien" „beweisen" wollten; was da alles „beschrieben" wurde, ist oft kaum glaublich. So werden wir denn einer Nachuntersuchung nie überhoben sein.

Zum anderen sind die „Probleme", welche die vergleichende Forschung glaubt, aufgezeigt zu haben und in ihrer Weise diskutiert, oft solcher Art, dass ihre Aufstellung mehr Verwirrung als Nutzen schafft, weil eben die exakte Forschung in ihnen gar keine Probleme sehen kann.

---

1) Man vergleiche auch das im Anhang II Gesagte; für diese Art von Zukunftsforschung lieferten die Schöpfer des Typusbegriffs (Goethe, Cuvier, Baer u. a.) unmittelbare Vorarbeit.

2) Gern hebe ich hervor, dass gerade Eisig's und Wilson's Arbeiten sowie einige wenige andere, meist amerikanischen Ursprungs, von dieser Einschränkung nicht oder doch nur, soweit das notwendigerweise in der Sachlage begründete liegt, betroffen werden.

Digitized by Google

Hier sei z. B. an das berühmte Keimblätterproblem erinnert, das, aus luftigster Spekulation einst entstanden, noch immer sein Dasein fristet. Man sage mir nur ein einziges Mal, was man eigentlich damit meint:

Die Sache mit der „Gastraea" ist doch unmöglich ernst zu nehmen.

Dass ferner, wenn sich ein aus sehr vielen Zellschichten bestehender Organismus aus einer Zelle durch Teilung bilden soll, auch einmal ein Studium da sein muss, wo der Embryo aus 2 Zellschichten besteht, scheint mir weniger ein Problem, als eine mathematische Notwendigkeit zu sein, wie schon His vor langen Jahren betont hat.

Wenn man uns weiter sagt, dass sich diese 2 ersten Schichten überall im Tierreich auf gleiche Weise bildeten, und hierin ein Problem erblickt, so erwidern wir, dass jene Grundlage des Problems gar nicht wahr ist.

Sagt man uns: auf ganz gleiche Weise bildeten sie sich zwar nicht, aber auf so ähnliche, dass man die verschiedenen Modi auf einander „zurückführen" könnte, so erwidern wir, dass das mit unserer Methode, die allein kompetent ist, ganz und gar nicht angeht.

Kehrt man die Sachlage vielleicht so, dass man als Keimblätterproblem die Frage aufwirft, warum die beiden zuerst (gleichgiltig wie) entstandenen Zellkategorien immer Haut und Darm lieferten, so müssen wir wieder erwidern, dass das garnicht wahr sei [Heymons u. a][1]).

1) Dass die einfache Aussage, welche das Problem begründen soll, nicht wahr sei, müssen wir leider noch in vielen anderen Fällen, wo die vergleichenden Forscher Probleme schufen, sagen: Hierher gehört ein guter Teil der sich an das sogenannte „biogenetische Grundgesetz" anschließenden „Fragen":

„Warum durchläuft der Säugetierembryo ein Fischstadium?" Antwort: „Er thut es gar nicht, sondern er und die Fischembryonen durchlaufen ein Stadium, in dem sie sich recht ähnlich, wenn schon immer noch von einander zu unterscheiden sind".

Auch das ist kein neuer Ausspruch, denkende Forscher (ich nenne nur die Namen His und Wigand) thaten ihn vor mehr als 20 Jahren — natürlich ohne Erfolg. —

Was dem „biogenetischen Grundgesetz" ernsthafterweise zu Grunde liegt, ist die in der „Systematik" ausgedrückte Thatsache, dass die Organismen in abgestufter, gruppenförmiger Weise einander ähnlich und unähnlich sind, und dass ihre Unähnlichkeit mit vorschreitender Ontogenese zunimmt. Insofern das Unähnlichwerden auf Hinzutreten neuer Merkmalsarten beruht (was bekanntlich nicht bei allen Ontogenesen der Fall ist: Regressivmetamorphosen), scheint mir das Vorhandensein größerer Aehnlichkeit auf früheren, durch wenig Merkmalsarten repräsentierten Stadien, wie schon oben im Text im Anschluss ans Keimblätter-„Problem" gesagt, weniger der Ausdruck eines „biogenetischen" Gesetzes, als der eines allgemeinen Raumgesetzes zu sein und die Thatsache, dass Formen mit vielen Merkmalen solchen mit nur ganz wenigen Charakteren, im Embryonalstadium, wo sie selbst sehr wenig Merkmale besitzen, ähnlicher sind als später, fällt unter denselben Gesichtspunkt: auch ein Rat-

Digitized by Google

Erweitert man das „Keimblätterproblem“ endlich zur Lehre von der Spezifität der Gewebe, so erinnern wir an die von Wolff entdeckte[1]) Linsenregeneration, die als Experimentalfall für sich allein alles angeblich entgegenstehende über den Haufen werfen würde, auch wenn es nicht andere analoge Fälle gäbe.

Was bleibt also vom „Keimblätterproblem“ übrig? Nichts. — Ein Problem wäre es selbst dann nicht, wenn seine angeblichen Generalisationen nicht alle augenfällig unrichtig wären. Was eventuell als von ihm ausgehend angesehen werden könnte, ist der von mir geschaffene und verwendete Begriff des morphogenen Elementarprozesses[2]), aber das ist kein Problem, sondern ein analytischer Hilfsbegriff und hat mit „Ektoderm“ und „Entoderm“ gar nichts zu thun.

Im Uebrigen mögen andere diese undankbare Diskussion weiter spinnen, mir lag nur daran zu zeigen, dass wir bei Uebernahme der von der vergleichenden Forschung gestellten „Probleme“ nicht vorsichtig genug verfahren können. Schaffen wir uns lieber unsere Probleme selbst.

Seien wir auch vorsichtig in der Verwendung der von den Vergleichenden geschaffenen Begriffe, und unterlassen wir nie die Bemerkung, dass uns Worte wie Ektoderm, Entoderm, Mesenchym, Gastrula nichts weiter als reine Bequemlichkeitsausdrücke ohne jede tiefere Bedeutung sind.

Wir sind am Ende mit unserem Absagebrief an die vergleichende Forschung. Wenn uns auch die Arbeiten zweier besonderer Forscher die nähere Veranlassung zu unserer Darlegung gegeben haben, so richteten wir diese doch nicht nur an sie, sondern an die leider sehr große Mehrzahl der zeitgenössischen Forscher überhaupt, ja wohl gar an die meisten derselben mit viel mehr Recht als gerade an Eisig und Wilson, die uns viel näher stehen als die große Mehrzahl der

---

haus und eine Kaserne sind sich in den früheren Stadien ihres Erbautwerdens viel ähnlicher als später und ein großer Seedampfer ist einem fertigen Ruderboot am ähnlichsten, wenn er erst eben vom Stapel gelassen ist.

Im übrigen liefern die hier vorliegenden Thatsachen Probleme für eine Umwandlungslehre der Zukunft, aber in ganz anderer Formulierung als heute. Vergl. hierzu das S. 37 über „Vererbung“ Gesagte.

1) Dieser Fall einer experimentellen Sicherheit wird z. B. von Eisig zu Gunsten vergleichend-gewonnener Generalisationen unterschätzt. — Ich nenne übrigens ausdrücklich Wolff den Entdecker des Vorganges, nicht Colucci, da mir der analytisch planmäßig vorgehende Experimentator trotz aller rein temporalen Priorität den Vorzug vor dem unanalytischen Gelegenheitsbeobachter zu verdienen scheint.

2) Vergl. Anal. Theor. S. 67 und sonst; auch den Aufsatz „Von der Beendigung morphogener Elementarprozesse“. Arch. Entw.-Mech. VI.

Digitized by Google

Anderen. Aber gerade deshalb machten uns Eisig's Ausführungen eine Erwiderung, eine ganz rückhaltlose Erwiderung, zur Pflicht, während wir an den Aeußerungen Anderer achtlos hätten vorbeigehen können, gerade deshalb mussten wir auf Wilson's gar nicht einmal ausgesprochene sondern nur durch die That ausgedrückte Gedanken eingehen, während uns das fortgesetzte unfruchtbare und haltlose Arbeiten der Anderen gleichgiltig bleibt.

So haben wir dann im Anschluss an nur Wenige, aber zum Besten Aller geschrieben.

Um alle Missverständnisse abzuschneiden, sei hier nochmals bemerkt, dass wir mit diesem Artikel nicht etwa eine „Diskussion" einleiten, sondern eine ausgemachte Sache noch einmal scharf ansprechen wollten. Diskussionen giebt es hier, wie auf dem ganzen logischen Gebiete, nicht, sondern nur bedingungslose Hinnahme des Bewiesenen, in diesem Falle des Alleinwertes unserer Methodik und der mit ihr gewonnenen Resultate.

Unsere Methode ist keine „neue" Methode, sondern ist die alte, einzige wissenschaftliche Methode, welche in Physik, Chemie und Physiologie engeren Sinnes stets fortbestand und nur in der Morphologie der Organismen zeitweise überwuchert werden konnte vom Afterwissen. So bedeutet denn für die Morphologie die Anwendung unserer Methode weniger eine Neuschöpfung, als eine Renaissance.

Auch das hier über unsere Methode Gesagte ist nicht „neu", ist vielmehr auch in den trübsten wissenschaftlichen Zeiten und neuerdings etwas häufiger, von zwar wenigen aber berufenen Forschern, wie Wigand, His, Roux, Dreyer dargelegt worden; auch ich selbst habe es in einer der jetzt vorliegenden sehr ähnlichen Form vor wenigen Jahren darzulegen versucht.

Aber wer liest uns? Wen kümmert es, ob wir fest formulierte Beweise, fest formulierte Begriffe aussprechen? Erleben wir doch täglich das nicht gerade erhebende Schauspiel, dass, wo es sich um Beschreibungen gleichgiltigster Art handelt, Prioritäten und Gegenmeinungen sorgfältigst geprüft und erörtert werden, während man an unseren sachlichen und begrifflichen Ermittlungen, den Fundierungen der Morphologie als Wissenschaft, unbekümmert vorbeigehen zu können glaubt.

Die Nachwelt wird diesem Verfahren das gebührende Urteil sprechen.

Man versteht uns nicht, heißt es. Nun, dann lerne man uns verstehen, wenn anders man nicht auf den Namen eines Vertreters der wissenschaftlichen Morphologie verzichten will.

Wir aber werden uns um das Verstandenwerden wenig kümmern, sondern weitergehen auf den richtigen Wegen, und in unserer Einsamkeit wird uns das Bewusstsein des Wertes unserer Bestrebungen trösten, welche aufbauend sind und nur zerstören, wo sie es müssen.

Digitized by Google

Anhang I.

Einige Erwiderungen zu Eisig's spezieller Polemik.

Obwohl Eisig in anerkennenswertester Weise bestrebt ist, seinen Gegnern, und speziell mir, durch Citate und Referate gerecht zu werden, hat er doch, was bei der Menge der teilweise sehr zerstreuten Aeußerungen nicht zu verwundern, einige wichtige auf seine Diskussionen bezüglichen Punkte übersehen, wodurch seine Darstellung meiner Ansichten nicht ganz entsprechend wird.

Es handelt sich u. a. um die mir schon oft vorgeworfene Stelle (Anal. Theor., S. 69): die Furchung sei seine Zellteilung. Schon Jennings warf mir diesen Satz als unrichtig vor und seine Ausführungen sind kürzlich ausführlich von mir besprochen worden, eine Erörterung, die Eisig offenbar unbekannt geblieben ist, denn er citiert sie nicht[1]).

Aber ich brauche nicht einmal auf jene jüngste Publikation einzugehen, schon aus der „Analytischen Theorie" selbst hätte Eisig meine ausgeführte Meinung über die Furchung und den Sinn jenes beanstandeten Satzes ersehen können, freilich aus einem Paragraphen (1, III § 10 S. 94), der, wohl weil er, gleichsam nachtragsartig, außer Zusammenhang mit ähnliches behandelnden Paragraphen gesetzt ist, fast nie von Forschern, die meine Ansichten wiedergeben wollen, berücksichtigt wurde.

Es heißt in jenem § 10: „Der Leser wird bemerkt haben, dass ich bei diesen Darlegungen (nämlich allen vorhergehenden Paragraphen der Schrift) immer eine bestimmte Entwicklungsgeschichte anschaulich vor Augen hatte, allein schon deshalb, weil sie mir besonders geläufig ist. Das war die Entwicklung des Seeigels, welche allerdings auch den Vorzug großer Uebersichtlichkeit besitzt.

---

1) Referat III über exakte Arbeiten in englischer Sprache. Arch. Entw.-Mech. V, S. 245.

In derselben kritischen Besprechung der Arbeit von Jennings ist über ein anderes von Eisig berührtes Thema, nämlich über den Anteil physikalischer und physiologischer Faktoren am Zustandekommen von Furchungsbildern eingehend gehandelt, und sind auch meine früheren mehr gelegentlichen Aeußerungen über den Gegenstand, die Eisig allein citiert, zusammengefasst und abgerundet worden.

Die durch die Kapillaritätsgesetze bedingten allgemeinen Formverhältnisse nannte ich den Rahmen, innerhalb dessen sich das vitale Geschehen abspiele; gleichzeitige Beteiligung physikalischer und vitaler Faktoren zu behaupten, ist also kein Widerspruch. Hierdurch erledigen sich alle Einwände von Wilson, Conklin, Eisig etc.

Siehe hierzu auch „Organisation des Eies" S. 77/78 Anm. Arch. Entw.-Mech. IV.

Digitized by Google

Ich gehe nunmehr dazu über darzuthun, dass sich dieselbe Darlegung der Phasen in jeder Ontogenese darthun lässt, wennschon die Natur bisweilen, wenn ich so sagen darf, von ihrem Schema abweicht“ [1]).

Also ein Schema war alles vorstehende, nun werden spezielle Realitäten abgehandelt, unter anderem besonders ausführlich Wilson's Nereisergebnisse.

Es wird im Grunde genommen ganz dasselbe ausgeführt wie 2 Jahre später in meiner „Organisation des Eies“, obwohl Eisig und viele Andere hier gern von einer durchgreifenden „Modifikation“ meiner Ansichten reden; in Anal. Theor. S. 102 wird geradezu das spätere Crampton'sche Versuchsresultat, nämlich die Nichtvertretbarkeit des Somatoblasts vorhergesagt und S. 100 heißt es ausdrücklich: „Die Zellen werden somit im Laufe der Furchung wirklich verschieden“.

Alle späteren Arbeiten konnten mich somit nicht viel Neues lehren.

Aber allerdings — und das mag hier noch passend angefügt sein — schon damals gab ich eine absolute Spezifikation der Furchungszellen nur zu, für Fälle, in denen, wenn nicht Beweise, so doch hohe Wahrscheinlichkeiten dafür vorlagen, wie das ein spezifischer in ihnen vorhandener Stoff nach meiner Ansicht ist.

Damals wie heute warnte ich vor Ueberschätzung der Spezifikationsvorkommnisse, betonte ich aufs stärkste, dass nur das Experiment, nie die Beobachtung typisch geregelter Furchung hier beweisen könne [2]), und dass selbst das Experiment vorsichtig zu deuten sei, da es zwar im Crampton'scher Versuch über Entfernung des Dottersacks wohl endgiltig eine Spezifikation bewiesen habe, da aber bei den übrigen Versuchen Crampton's, mit den ersten 4 Blastomeren, sowie bei den von Morgan und mir ausgeführten Ctenophorenversuchen nicht ausgeschlossen sei, dass nicht auf Grund einer absoluten Spezifikation der Zellen, sondern nur wegen mangelnder Regulationsvorgänge Halb- resp. Viertelbildungen entstanden seien.

Noch nie ist dieses Räsonnement von mir gewürdigt worden; näheres steht Arch. f. Entw.-Mech. IV, S. 84—87.

---

1) Vergl. auch Anal. Theor. S. 67.

2) Ich weise besonders auf meinen für das Echinidenei bewiesenen Satz hin, dass typischem Furchungsmosaik kein Mosaik der Potenzen zu entsprechen braucht. Arch. Entw.-Mech. IV, S. 79, 113 ff. Keiner hat von diesem Satz bisher Notiz genommen. Im Uebrigen ist zu beachten, dass bloße Beobachtung doch immer nur die prospektive Bedeutung einer Blastomere im gegebenen Falle feststellen kann, nie aber ihre prospektive Potenz, um die es sich aber gerade handelt. Diese beiden Begriffe scheinen mir oft verwechselt worden zu sein. (Hierzu auch Arch. Entw.-Mech. IV, S. 94 Anm.)

Digitized by Google

Auch eine andere nie beachtete Bemerkung[1]) sei hier wieder hervorgeholt, nämlich die, dass mir eine wahre Spezifikation der ersten 2 oder 4 Blastomeren in Fällen, wo, wie bei Crampton, das Experiment sie scheinbar lehrt, deshalb so ungeheuerlich vorkommt (auch wenn man von der Roux-Weismann'schen Kernspezifikation ganz absieht), weil hier nicht wahre morphologische Einheiten, nämlich Organe, sondern Hälften und Viertel des späteren Tieres, jedes mit einem Bischen aller späteren Organgebilde, in ihren Anlagen von einander gesondert, spezifiziert wären.

Das annehmen zu sollen, ist doch wahrlich eine absonderliche Zumutung.

Endlich noch dieses:

Dass jedes sichere Experimentalresultat nur für die Species gilt, für welche es gewonnen wurde, für diese aber auch wirklich gilt, unbeschadet aller abweichenden Resultate an anderen Species, wurde schon im Haupttext betont. Hier sei zur weiteren Ausführung noch hinzugefügt, dass, wo an verschiedenen Formen gewonnene Resultate sich zu widersprechen scheinen, die Forschung nicht diesen angeblichen Widerspruch fort und fort hervorzukehren, sondern ihn aus einem höheren Standpunkte zum Verschwinden zu bringen, d. h. zu verstehen versuchen soll.

In unserer Frage handelt es sich also nicht mehr darum, ob die Blastomeren immer prospektiv gleich oder ungleich seien, sondern darum, zu verstehen, dass sie bald ungleich bald gleich in prospektiver Hinsicht sind.

Einen solchen Versuch glaube ich in der analytischen Theorie, zumal in jenem § 10, sowie in der Schrift über die Organisation des Eies angebahnt zu haben[2]); trotzdem wird mir immer und immer wieder — von Eisig übrigens in keiner Weise — der Unsinn aufoktroyiert, ich hätte alle Blastomeren für gleich und das Ei für isotrop erklärt und alles entgegenstehende geleugnet, wo doch gerade ich allein für das „entgegenstehende" eine Erklärung zu geben versucht habe. —

So wendet sich denn auch dieser kleine Abschnitt mehr gegen Andere als gegen Eisig selbst, dem ich das Bemühen, in ernsthafter Weise seine Gegner zu verstehen, in keiner Weise absprechen kann.

Anhang II.

Noch Einiges über Klassifikation.

Dass die Klassifikation, wie sie bisher geübt ist, nur Vorarbeit liefern kann, ist ohne weiteres klar und bliebe auch dann bestehen,

1) Zool. Anz., XIX, S. 131, Anm. 12.

2) Angedeutet ist er (für das Froschei) sogar schon im I. Teil der entwicklungsmech. Studien. Zeitschr. f. wiss. Zool., LIII, S. 173, 1891.

Digitized by Google

wenn ein vor Jahren von mir verfochtener Gedankengang nicht zu optimistisch gewesen sein sollte:

An die Krystallographie anknüpfend, habe ich es mehrfach ausgesprochen, es möchte vielleicht wie hier, so auch in der Morphologie der Lebewesen Klassifikation insofern zu einer Einsichtsart besonderen Charakters führen können, als sich vielleicht aus einem gewonnenen höheren Prinzip, sei es auch — wie übrigens in der Krystalllehre — eine Fiktion, begreifen ließe, dass nur diese und keine anderen Klassifikationskonstituenten existieren könnten.

Der Gedankengang, über den näheres an den verschiedenen Orten[1]) nachzulesen ist, ist logisch unanfechtbar, aber für die Morphologie der Lebenskörper wohl deshalb jedenfalls auf lange Zeit hinaus unfruchtbar, weil sich jedes Lebewesen in seiner typischen Weise wohl als Resultante zweier Faktorenreihen aufbaut, nämlich der Organisations- und der Adaptationsfaktoren, und weil wir die Effekte beider schon allein deshalb nicht sondern können, weil wir über die Faktoren selbst absolut nichts wissen, wie wir dann auf dem ganzen Gebiet zur Zeit nur ahnen.

Es ist aber klar, dass nur soweit sie reine Organisationseffekte (Begriff des Typus) wären, die Organismenformen klassifikatorisch in der geschilderten Weise begriffen werden könnten, wenn nicht auch sogar hier der Umstand, dass die Unterschiede nicht nur quantitativ oder rein geometrisch sind, das ganze Problem prinzipiell illusorisch macht. Das zwar möchte ich zur Zeit nicht sicher aussprechen.

Anhang III.

Das Spezifische und die Entwicklungsphysiologie.

(Das „Erklären" durch „Vererbung".)

Was im Haupttext über dieses Thema gesagt ist, reicht natürlich begrifflich vollkommen aus und ist insofern überhaupt überflüssig, als ich ganz dasselbe schon oft gesagt habe. Insofern wäre nun zwar dieser ganze Aufsatz überflüssig, und für einige wenige ist er es ja in der That. Für die Mehrzahl leider nicht, und so möge denn nun auch hier in weniger abstrakter Sprechweise noch einmal ein oft Gesagtes wiederholt und auf das „Erklären" durch „Vererbung" und durch „Entwicklungsmechanik" etwas breiter als im Haupttext eingegangen werden.

---

1) Entwicklungsmech. Studien, Teil VI, Ende. Zeitschr. f. wiss. Zool., LV, S. 56—58; „Biologie" S. 42, auch § 6.

Vergl. auch den mit dem hier erörterten eng zusammenhängenden Begriff der mathematischen (analytischen) Formulierung, der in meiner Schrift „die mathematisch-mechanische Betrachtung morphologischer Probleme der Biologie" (1891) stabiliert ist. Die auf ihn begründete Methode geht als exakte neben der experimentellen Methode einher und oft ihr voraus.

Digitized by Google

Eisig und Wilson — um von vielen Anderen nicht zu reden — begehen hier den oft gerügten Fehler, Dinge in Gegensatz zu bringen, die neben einander bestehen.

Eisig redet z. B. auf S. 256 von dem „Wahn, da lediglich aus dem vorliegenden Objekt heraus erklären zu können, wo nur die Berücksichtigung der Beziehungen zu einem relativen Verständnis zu führen vermag". Auf S. 260 heißt es ferner: „In der That, wollte man die Entwicklung der *Capitella* rein aus sich selbst heraus, beziehungslos, nur aus den vermeintlich nächstliegenden Ursachen zu erklären versuchen, so bliebe sie ein fortlaufendes Rätsel".

Aehnlich bei Wilson z. B. pag. 2: „If vestigial structures may appear in ontogeny in the form of single cells, the fact would afford a striking illustration of the inadequacy of all so-called „mechanical" explanations of cleavage forms".

Wilson schreibt so, obwohl ich seinerzeit, gerade gelegentlich des Referats seiner eignen Arbeiten, ihm einen ähnlichen Schluss vorgeworfen und das Verhältnis von „Erklärung durch Vererbung" und „entwicklungsmechanischer Erklärung" lang und breit diskutiert habe.

Wahrlich ich könnte in Versuchung kommen, hier jene lange Diskussion einfach wieder abzudrucken (Arch. Entw.-Mech., I, S. 417 ff.), das würde genügen.

Doch ist es wohl besser, dasselbe mit anderen Worten noch einmal zu sagen:

Vererbt nennen wir jeden Charakter einer Form, welcher, bei Ausschluss äußerer Reize, ebenso an ihr auftritt, wie er bei ihren Eltern aufgetreten ist.

In der Sprache der Phylogenetiker, der wir uns für einen Augenblick anpassen wollen, heißen vererbt in einem weiteren Sinne solche Charaktere einer Form B, welche ähnlich sind Charakteren einer Form A, von welcher B ihrer Meinung nach „abstammt"; in diesem weiteren Sinne sind also nicht alle Charaktere von B vererbt, welche nach der strikten, unhypothetischen Ausweise vererbt sind.

Auf Rechnung des Vererbungsfaktors im strikten, unhypothetischen Sinne wird also die Gesamtheit der spezifischen Eigenschaften einer Form gesetzt, z. B., dass sie diese so und so konstruierten Drüsen hat, gerade diese und keine anderen Haare, Zähne u. s. w. in gerade dieser und keiner anderen Länge, Farbe, Anordnung u. s. w. u. s. w.

Wie schon im Text, S. 37, bemerkt, drückt das Wort „Vererbt" nie eine eigentliche „Erklärung", sondern nur eine Zuordnung zu einem äußerlich bekannten, unanalysierten Erscheinungskomplex aus. Es ist gerade so, als wenn man von einem Teil eines Gebäudekomplexes sagt, er sei in Hochrenaissance erbaut, andere Teile nicht; zumal gilt das von der Anwendung des Wortes seitens der Phylogenetiker.

Digitized by Google

Aber nennen wir meinetwegen jenes Subsumieren unter den Vererbungsbegriff für einen Augenblick „erklären“:

Dann „erklärt“ jene Unterordnung, warum gewisse Merkmale einer Form diese spezifischen und keine anderen sind, z. B. warum gewisse Anneliden in der Furchung eben diese gewissen kleinen funktionslosen Zellen aufweisen, warum *Amphiura* eben dieses rudimentäre Skelett hat.

Neben dieser Art der „Erklärung“ und der sie zeitigenden Fragestellung geht nun aber eine andere völlig unabhängig und parallel einher, ohne das geringste mit ihr zu thun zu haben. Es ist diese Fragestellung: Warum, nach welcher Gesetzlichkeit treten jene spezifischen Merkmale in der Ontogenese auf, was löst sie, deren Spezifität als gegeben vorausgesetzt ist, in ihrer Realisation aus?

Das ist die entwicklungsphysiologische oder „entwicklungsmechanische“ Fragestellung.

Die Antworten auf sie können verschiedener Art sein:

bald heißt es, diese und jene Eigenschaft sei Folge eines richtenden Reizes; bald, sie sei bedingt durch einen im Ei anwesenden Stoff; bald, sie sei Folge der physikalischen Bedingungen des Eies; noch öfter: wir wissen derzeit nicht, wodurch sie bedingt sei.

Mögen nun aber z. B. Furchungsbilder, durch die Struktur des Eiprotoplasmas, oder durch die an den Blastomeren sich äußernden Kapillargesetze oder durch beides kombiniert bedingt sein, „vererbt“ sind sie gleichermaßen in allen Fällen.

„Vererbt“ und von der entwicklungsphysiologischen Forschung hingenommen sind eben die spezifischen Größen der einzelnen Blastomeren, ihre spezifische Lage, Farbe u. s. w., mit anderen Worten „vererbt“ ist eben der spezifische Charakter des Eiplasmas mitsamt dessen innerer Struktur und seinen physikalischen Eigenschaften, und was sonst noch in Frage steht.

„Erklärung“ durch Vererbung und Erklärung durch Physiologie haben also gar nichts miteinander zu thun: jeder einzelne ontogenetische Vorgang benötigt beider Erklärungsarten, wo nun freilich der große Unterschied vorliegt, dass die eine derselben wenigstens bisweilen annähernd exakt geliefert werden kann, die andere, die durch „Vererbung“, wenn sie anders als im strikten, unhypothetischen Sinne, anders als im Sinne von: „wie bei den Eltern“ gemeint ist, nur auf Grund phantastischer Konstruktionen.

Also wenn Wilson auch mit Sicherheit seine kleinen rudimentären Blastomeren auf Rechnung der „Vererbung“ von anderen Formen setzen könnte [was er in exakter, erlaubter Weise, wie im Haupttext gezeigt, nicht kann[1])], selbst dann würden wir der Frage nicht über-

1) Man weiß, dass wir phylogenetische auf hypothetischer Anwendung des

Digitized by Google

hoben sein, wovon denn nun die ontogenetische Realisation eben dieser kleinen Zellen abhinge. Auch wenn Eisig ganz genau wüsste, welche spezifischen Eigenschaften seiner *Capitella* sich durch Vererbung von Anneliden ohne Brutpflege herleiten, auch dann bliebe die Parallelfrage unbeantwortet bestehen: welcher ontogenetische Reiz löst in jedem Fall dieses Specificum aus, und nach welcher Art von Naturgesetzlichkeit thut er es?

Und umgekehrt: wenn auch die Entwicklungsphysiologie vollendet wäre, wenn wir für jedes ontogenetische Geschehnis sagen könnten, auf welche nächste Ursache und nach welcher Regel es geschieht, dann bliebe die Frage, warum hier nun alles gerade in dieser Spezifität abläuft, warum so viel Haare, so geordnete Zähne, solche Drüsen unbeantwortet.

Zu ihrer Beantwortung müssten andere Forschungen als entwicklungsphysiologische angestellt werden, aber wirkliche Forschungen und nicht nach Gutdünken ohne Richtschnur gethane Willkürausagen. Weil eben diese notwendigen Forschungen über das „Umwandlungsproblem" uns zur Zeit so wenig angreifbar erscheinen[2]), beschränken wir uns zur Zeit auf die entwicklungsphysiologische Seite der Morphologie. —

Anhang IV.

Ueber Heider's angebliche Widerlegung der Beweiskraft meiner Druckversuche.

Im Jahre 1897 hat Heider eine kurze Erörterung veröffentlicht, in welcher er zu zeigen sucht, dass die im Jahre 1892 von mir aus-

Vererbungsbegriffs basierte Ableitungen prinzipiell nicht als wissenschaftlich berechtigt zulassen.

Thäten wir es für einen Augenblick doch, so würden uns trotzdem die auf Furchungsähnlichkeiten gegründeten Schlüsse der Phylogenetiker nicht einmal von deren eigenem Standpunkte aus berechtigt erscheinen, und zwar deshalb nicht, weil z. B. Polycladen, Mollusken und Anneliden in allen anderen Hinsichten systematisch so scharf getrennt sind, und weil Gruppen, die sich systematisch in den meisten Beziehungen nahe stehen (Cephalopoden — übrige Mollusken; die Wirbeltierklassen unter sich) so ganz verschiedene Furchungstypen aufweisen.

Uns scheinen in den Aehnlichkeiten der ersten Stadien bei jenen Formen vielmehr Folgen einer allgemeinen, noch unbekannten Furchungsgesetzlichkeit vorzuliegen, die bei bestimmten Eiarten auftreten, ohne jede Rücksicht auf das System; geradeso wie ja z. B. bei nahrungsdotterreichen Eiern die Merocyten, in bestimmter physiologischer Funktion, ohne jede Beziehung zum System auftreten. Vergl. hierzu Eisig S. 256 fg. und die betr. von ihm citierten Stellen von mir, auch die von ihm nicht citierten Erörterungen: Arch. Entw.-Mech. V, S. 245 u. IV, S. 77/78 Anm.

2) Nicht erörtert sei hier die Frage, inwieweit sie überhaupt möglich sind. Vergl. hierzu „Biologie" § 3 u. 4; „Anal. Theorie" 3 § 5 und Anhang 7 und sonst gelegentlich.

Digitized by Google

geführten Druckversuche an Echinodermeneiern der ihnen zugeschriebenen Beweiskraft zur Widerlegung der Lehre von der Kernspezifikation entbehren.

Da ich in Heider's Aufsatz nicht nur ein ganz unmethodisches Vorgehen erblickte, das mit einer petitio principii beginnt, sondern ihn auch inhaltlich für durchaus erledigt hielt, habe ich bisher keine Notiz davon genommen, sondern geglaubt, den Entscheid dem Publikum überlassen zu dürfen.

Nun hat aber Eisig (S. 248) auf jenen Heider'schen Artikel Bezug genommen, was mich denn zu einer kurzen Aussprache in dieser Sache nötigt.

Heider sagt: man könne nicht wissen, ob nicht in meinen Druckversuchen die Wertigkeit der einzelnen Teilungen eine andere als im normalen gewesen sei, so dass schließlich doch immer die richtigen Kerne in die richtigen Plasmateile gelangt wären[1]).

Diese Ausführungen sind hinfällig:

erstens aus einem methodologischen Grund, sie setzen nämlich die Möglichkeit der qualitativ-ungleichen Kernteilung und dazu noch eine ganz absonderlich-komplizierte Beeinflussbarkeit derselben von allem Anfang an voraus, wozu für die unvoreingenommene Forschung, welche erst aus ihren Experimentalresultaten Schlüsse zieht, absolut kein Grund vorliegt. Heider beginnt mit einer petitio principii.

zweitens, weil, auch wenn man ihm seine Schlussfolgerung auf einen Augenblick zugäbe, deren Inhalt durch die Resultate der Versuche über Blastomerenisolation und — entnahme, über Zerstücklung von *Blastulis* etc. etc. hinfällig würde.

Zu allem Ueberfluss habe ich aber im Jahre 1896 neue Versuche mitgeteilt[2]), in denen im achtzelligen Stadium die Blastomeren in eine Ebene auseinandergeschüttelt waren, und sich doch eine normale Larve aus der Gesamtheit des Materials bildete. Diese (jetzt wieder mit gleichem Erfolg ausgeführten) Versuche über gleichzeitige Verlagerung von Kernen und von Plasma scheinen weder Heider noch Eisig bekannt geworden zu sein. Im Grunde sagen die Versuche ja nur Altes wieder, aber Heider's Beispiel zeigt, dass es gut war, dieses Alte gerade einmal so wiederzusagen.

Karersee, 3. September 1898.

1) Man sieht, dass Heider im Grunde genommen dasselbe sagt, wie früher Roux, der meine Versuchsresultate auf „Anachronismen" im Verlauf der Furchung zurückführte. Oft und eingehend habe ich Roux' Auslegung seinerzeit widerlegt, wovon Heider nicht die mindeste Notiz nimmt. Vergl. zumal „Zur Theorie der tierischen Formbildung". Diese Zeitschr. XIII, besonders S. 301 ff.

2) Arch. Entw.-Mech., IV, S. 112 ff.

Digitized by Google

Die embryonale Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii*.

Von Dr. **Lazar Car** in Agram.

Die *Asplanchna* tritt überall, wo sie vorkommt, in Schwärmen auf, und macht oft den überwiegenden Teil des Planktons aus. In dem, nächst Agram gelegenen Teiche, Maximir, fand ich zum ersten Male die *Asplanchna Brightwellii* den 6. April v. J. Schon am 28. April bildete sie gewiss über 90% vom Plankton, und zwar war es *Asplanchna priodonta*, welche von jetzt an in dem genannten Teiche vorherrschte. Das ganze Wasser war vollständig mit diesen schönen durchsichtigen Rotatorien durchsetzt. Die volle Durchsichtigkeit der Tiere, welche die Beobachtung der Segmentation des Eies und die weitere Entwicklung der Embryonen bis zu deren Geburt ermöglicht, und dabei die Fülle der Individuen, zwingen einen geradezu von selbst, dass man sich diesem Studium hingeben muss. Und als ich später, Mitte Juli, in einem anderen Wasserbecken, in einer kleinen Lache bei Zlatar, wieder die Asplanchnen in derselben Masse angetroffen habe, griff ich gerne die Gelegenheit an, die sich mir eben geboten hat, und nahm die schon in Agram begonnenen Studien wieder auf. Es war ausschließlich *Asplanchna Brightwellii* die mir zur Beobachtung der embryonalen Entwicklung diente.

Ich will gleich mit der eigenen Beobachtung beginnen. Das Ovarium [1]), welches sich ursprünglich beim Embryo in der Form eines Hufeisens unterhalb des Magens anlegt, wird später im erwachsenen Tiere, bei welchem alle Organe in dem großen Raume wie in einem Wasserglase flotieren, durch unausgesetzte Zuckungen in einem fort hin- und hergeschlängelt, und nimmt in Folge dessen gegen die anderen Organe, hauptsächlich den Magen, alle möglichen Stellungen ein. Es ist ein ausgezogenes Band, welches jedoch fast stets mehr oder weniger die Form eines Hufeisens beibehält. Im Ovarium sieht man einzelne Kerne, deren chromatische Substanz in kurzen und dicken Knäueln verharrt. Das Protoplasma ist aber um die Kerne herum nicht in einzelne Zellen abgeteilt. Die Bildung der Eier geschieht immer in der Mitte des hufeisenförmigen Gebildes. Hier tritt ein Kern, mit etwas Protoplasma umgeben, aus dem Verbande des Ovariums heraus, stülpt die feine Ovarialhülle aus, und fängt rasch weiter zu wachsen an. Das Eichen ruht nicht einen Augenblick; es ändert durch konvulsivische Biegungen in einemfort die Form, und der Zweck dieser energischen Formveränderungen und Kompressionen ist augenscheinlich der, dass sich das Ei immer mehr mit Protoplasma aus dem

1) Nach Plate und Tessin wäre das ganze Organ nicht als Ovarium anzusehen, sondern als Dottersack, und nur ein kleiner Teil von ihm, der Keimstock, entspräche dem eigentlichen Ovarium. Ich selbst konnte bei *Asplanchna Brightwellii* diesen Unterschied nicht beobachten.

Digitized by Google

Ovarium füllt, und dadurch wächst. Der Kern wächst ebenfalls. Das Protoplasma des Eies ist fast homogen, nur mit äußerst feinen Körnchen durchsetzt. Diese Körnchen werden immer größer und brechen das Licht etwas stärker. Der Kern ist licht rosa, vollkommen rund und mit scharfen Konturen. Die Form des Eies ist eine ovale, etwa wie ein Hühnerei.

Der zur völligen Größe herangewachsene Kern, welcher bisher in der Mitte gelegen ist, verlässt jetzt seine Stellung und rückt langsam gegen die Oberfläche. Hier muss ich bemerken, dass das Ei stets eine solche Lage gegen das Ovarium einnimmt, dass es mit demselben durch einen ganz kurzen Stiel an seinem spitzigerem Pole verbunden ist. Der Kern aber wandert immer dem Punkt der Oberfläche zu. Das normale dürfte wohl sein, dass er sich in die Ebene der Breitaxe stellt, doch stellt er sich fast eben so häufig auch gerade auf den stumpferen Pol des Eies. Wenn der Kern auf die Oberfläche gelangt ist, hebt er das Protoplasma ein wenig auf (samt der Ovarialhülle), es bildet sich eine kleine hervorragende Warze. Und darauf geschieht die Abschnürung des Polkörperchens — und zwar stets eines.

Jetzt kehrt der Kern langsam wieder in seine vorige centrische Lage zurück. Das Polkörperchen liegt aber in einer kleinen gruben-

Fig. 1.

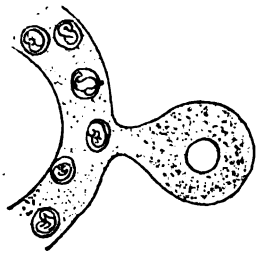


Fig. 2.

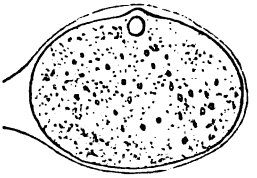


Fig. 3.

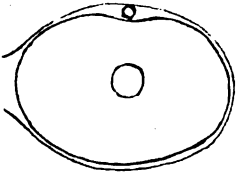


Fig. 4.

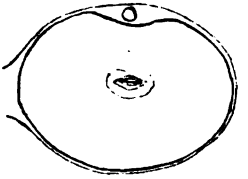


Fig. 1. In Bildung begriffenes Ei von *Asplanchna*.

Fig. 2. Das fertige Ei in Profilansicht, mit der Ovarialhülle, im Momente wie es das Polkörperchen ausgeschieden hat; der segmentale Nucleus kommt zum Vorschein.

Fig. 3. Das Polkörperchen eingebettet in einer Grube; der Nucleus hat sich schon in die Mitte zurückgezogen und ist wieder stark angewachsen.

Fig. 4. Der Nucleus schickt sich an zur Teilung; die Konturen unregelmäßig, fangen zu schwinden an; die Spindelfigur ist sichtbar.

Digitized by Google

artigen Vertiefung an der Oberfläche des Eies, zwischen dem Ei und der Eihülle. Der Kern wächst wieder stärker an, bekommt eine scharfe Kontur, und die stärker lichtbrechenden Körnchen im Protoplasma nehmen eine radiäre Struktur an; es bildet sich die radiäre Figur, welche jedoch nur in der unmittelbaren Nähe des Kernes und zwar nur durch ein sehr scharfes Sehen beobachtet werden kann. Der bisher runde Kern zieht sich etwas in die Länge, die Konturen werden weniger scharf; in der Mitte oder wenigstens auf einer Seite derselben (Fig. 4) wird die Kontur sogar etwas wie eingezwickt, und schließlich verschwinden die Konturen vollständig. Jedoch noch früher als sich dieselben verlieren, kann man im Kerne ausgezogene parallele Fäden erblicken und oft auch eine ganz schöne ausgesprochene Kernspindel — die Spindelfigur des Kernes. Nun aber verschwindet auf einen Moment Alles; der Kern wird durch eine kurze Zeit unsichtbar. Gleich darauf wird eine zuerst seichte Furche bemerkbar, welche rasch tiefer und tiefer schneidet und schließlich das Ei vollständig in zwei Hälften teilt.

Die erste Furche ist eben gebildet worden. Dazu habe ich aber noch die Bemerkung zu machen, dass im Falle, dass sich das Polkörperchen an einem anderen Orte, als in der Ebene der kurzen Axe des ovalen Eies abgeschnürt hat, das Ei erst durch Kontraktionen und Gestaltveränderungen eine solche Lage einnimmt, dass es jetzt seine Breitaxe in die Richtung des Polkörperchens legt. Denn die erste Furche geht ausnahmslos, wie es auch das Gesetz verlangt, durch das Polkörperchen, welches ja bekanntlich gerade deswegen auch Richtungskörperchen benannt wurde.

Fig. 5.

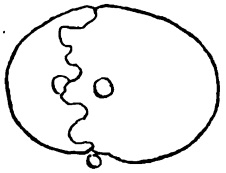


Fig. 6.

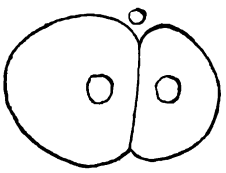


Fig. 5. Das Ei hat sich geteilt, die Furche ist noch unregelmäßig, die Ränder der beiden Teilstücke in protoplasmatische fingerförmige Fortsätze ausgezogen, die gegenseitig die gegenüberstehenden Blastomeren umgreifen; die Nuclei schon zum Vorschein gekommen. Ohne die Ovarialhülle.

Fig. 6. Die Furche hat sich wieder ausgeglättet; die zwei ersten ungleich großen Blastomeren fertig gebildet. Das Ei in Profil.

Die zwei Hälften, in die sich das Ei geteilt hat, sind von ungleicher Größe; das eine Blastomer ist etwas größer, als das andere. Die Segmentation ist also vom Uranfange an inäqual. Die Ränder der Furche sind am Anfange glatt, doch wie die Furche das Ei ganz durchgeschnitten hat, beginnt eine stürmische Bewegung an den beiden

Digitized by Google

Rändern; es bilden sich fingerartige Fortsätze an beiden Eihälften, welche gegenseitig die gegenüber liegenden Blastomeren wie Pseudopodien umgreifen (Fig. 5), doch ebnen sich bald darauf die Ränder und die Furche wird wieder zu einer glatten (Fig. 6).

Gleich nach der Bildung der Furche tauchen die Kerne in den beiden Blastomeren wieder auf; zwar anfangs klein, doch wachsen sie bald an und ziehen sich von der Furche rasch zurück, die mehr centrale Lage in beiden Blastomeren wieder annehmend.

Die ohne weiteren künstlichen Eingriffen wahrgenommenen Veränderungen an den Kernen intra vitam wiederholen sich bei jeder späteren Teilung, so dass ich davon abstehen kann, dies auch bei späteren Teilungen vom Neuen zu wiederholen. Die Kerne wachsen nun wieder zur normalen Größe an und teilen sich in der eben besprochenen Weise von Neuem. Ich will daher die Vorgänge nur in Bezug auf neuentstandene Zellen oder Blastomeren weiter schildern.

Fig. 7.

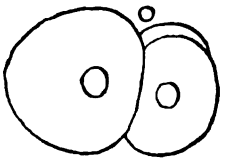


Fig. 8.

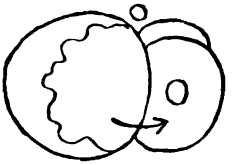


Fig. 7. Das kleinere Blastomer hat sich geteilt; die Nuclei auch schon wieder sichtbar.

Fig. 8. Das größere Blastomer teilt sich ebenfalls; die Nuclei der Teilstücke noch unsichtbar. Die Kontur des kleineren Teilstückes noch unregelmäßig. Der Pfeil deutet die Richtung der Wanderung dieses Teilstückes an.

Nach der ersten Furche beginnt ziemlich — etwa in 10 Minuten — die zweite und weiter die nachfolgenden. Die zweite Furche teilt die kleinere Zelle in rechtwinkeliger Ebene zur ersten Furche, und ebenfalls durch das Polkörperchen, in zwei gleich große Hälften (Fig. 7). Gleich darauf, oder zur selben Zeit, oder oft sogar noch früher, teilt sich die große Zelle in zwei ungleich große Teile (Fig. 8). Die Ebene, in welcher die große Zelle geteilt wird, liegt zwar in Großen und Ganzen genommen auch in derselben Richtung wie die der kleineren, doch nicht ganz; diese Furche ist gegen die Ebene, in welcher sich die Teilung der kleineren Zelle vollzog, etwas schief, und dadurch entsteht eben aus der großen Zelle eine größere und eine kleinere Teilzelle. Wenn wir, dato non concesso, die erste kleine Zelle als vorne annehmen, das Polkörperchen oben, so schnürt sich von der großen oder hinteren Zelle, bei der Teilung derselben, die kleinere Hälfte immer rechts ab. Ich habe sehr viele Individuen beobachtet und kann daher sicher angeben, dass gleich oft alle drei erwähnten möglichen Fälle vorkommen können. Sehr oft teilen sich die kleine

Digitized by Google

und die große Zelle gleichzeitig, ebenso oft teilt sich entweder die eine oder die andere etwas früher.

Wenn so das vierzellige Stadium erreicht ist, so tritt ein sehr interessanter charakteristischer Prozess ein. Von der angenommenen Orientierung ausgehend, haben wir vorne zwei gleich große Zellen, hinten eine größere und rechts davon eine kleinere, etwa von der Größe der vorderen Zellen. Also drei kleinere gleich große, und eine größere hinten links. Ich will die kleineren von links nach rechts mit den Zahlen 1, 2, 3 belegen. Es geschieht jetzt eine Verschiebung; die erste rückt nach links, die zweite nimmt die vordere Spitze an, und die dritte rückt nach vorne rechts (Fig. 9 u. 10). Der Keim gewinnt auf diese Art wieder eine symetrische Gestalt.

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

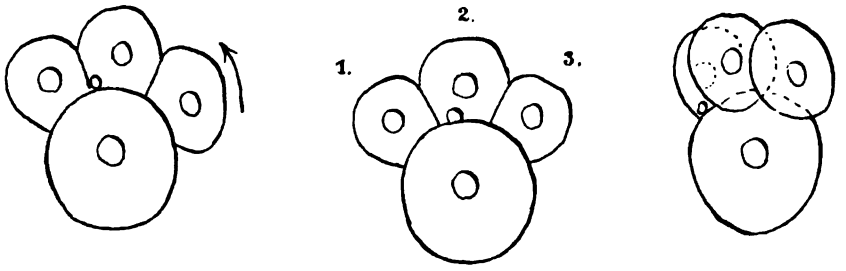


Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

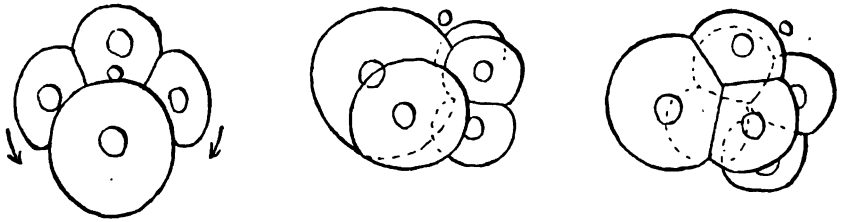


Fig. 9. Etwas späteres Stadium von der dorsalen Seite gesehen. Die vorderen drei kleineren Zellen fangen sich zu verschieben an.

Fig. 10. Die Verschiebung vollendet. Der Keim hat wieder eine symetrische Gestalt angenommen.

Fig. 11. Dasselbe Stadium in schiefer Projektion.

Fig. 12. Etwas späteres Stadium. Die kleineren 3 Zellen fangen die große zu umwachsen an. Von der Dorsalseite.

Fig. 13. Die Profilansicht des Keimes im Stadium, als sich die erste und zweite Zelle abermals geteilt haben. Die dritte ist noch ungeteilt.

Fig. 14. Aus der großen hinteren Zelle hat sich ein kleineres Blastomer nach vorne oben abgeteilt. Das Polkörperchen ist jetzt mit 4 Zellen umgrenzt. Die dritte Zelle hat sich noch immer nicht geteilt.

Die große hintere Zelle beginnt sich jetzt von Neuem zu teilen, und zwar schnürt sich von ihr oben vorne eine kleinere Zelle ab, welche sich über sie mit verdünntem hinteren Rand ausbreitet; bedeckt

Digitized by Google

sie jedoch nicht ganz, so dass jetzt von der großen hinteren Zelle nur hinten vom Keim ein sichelförmiges Gebilde zu sehen ist. Die jetzt gebildete fünfte Zelle nimmt Teil an der Umgrenzung des Polkörperchens. Das Polkörperchen ist nämlich jetzt umgeben von vier ungefähr gleich großen Zellen (Fig. 14 und 15) und unten hinten ist noch eine, welche noch immer die größte bleibt. Das fünfzellige Stadium des Keimes.

Jetzt teilen sich die drei vorderen: 1, 2 und 3 jede in zwei gleich große Teile, so dass sich gegen das Polkörperchen zu drei Zellen gebildet haben, und gegen unten, vom Polkörperchen abgewendet, wieder drei. Diese drei Säulen, jede von zwei Zellen gebildet, stehen jedoch nicht ganz vertikal (angenommen, dass das Polkörperchen oben liegt), sondern so, dass die unteren drei Zellen etwas nach hinten gerichtet sind. So wären wir an das 8-zellige Stadium angelangt, welches ziemlich lange stationär bleibt; es tritt nämlich jetzt eine kurze Pause, wie ein Ausruhen ein.

Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

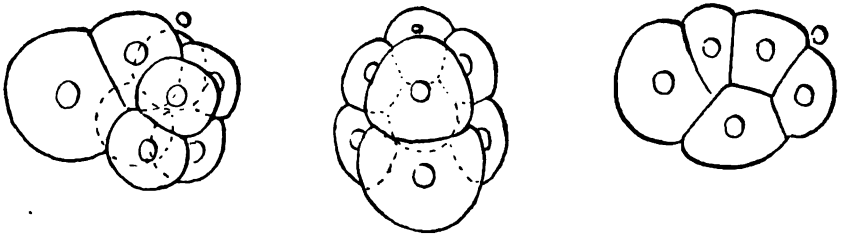


Fig. 15. Die dritte Zelle hat sich jetzt auch geteilt. Das Stadium von 8 Zellen: vorne drei schief gestellte Säulen, jede von zwei Zellen gebildet; hinten noch eine geneigtere Säule, bestehend vorne aus einer kleineren Zelle und hinten unten aus der großen.

Fig. 16. Das 8-zellen Stadium von oben gesehen.

Fig. 17. Profilansicht. Die große hintere Zelle hat abermals eine kleinere nach vorne abgeschieden. Die vorderen drei Säulen noch mehr geneigt, das Polkörperchen ist in Folge dessen mehr nach vorne gestellt worden. — Das 9zellige Stadium.

Zu den letztgenannten Teilungen hätte ich noch zu bemerken, dass sich bei dem 4-zelligen Stadium nicht immer die große Zelle zu teilen anfängt, sondern die drei kleineren vorderen auch früher teilen können und die große bildet sodann durch die Abscheidung ihrer vorderen oberen Partie zu dem 8-zelligen Stadium die letzte Zelle. Es kann in diesem Falle auch ein 7-zelliges Stadium längere Zeit andauern.

Das 8-zellige Stadium übergeht in das 9-zellige so, dass sich die große hintere Zelle abermals in zwei ungleiche Hälften teilt: in eine kleinere vorne oben, und eine größere hinten unten, welche aber immer noch die größte von allen Zellen bleibt (Fig. 17). Gleich darauf teilt

Digitized by Google

sich auch die 5. Zelle oder die hintere vom Polkörperchen, und so wird ein 10-zelliges Stadium erreicht (Fig. 18).

Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

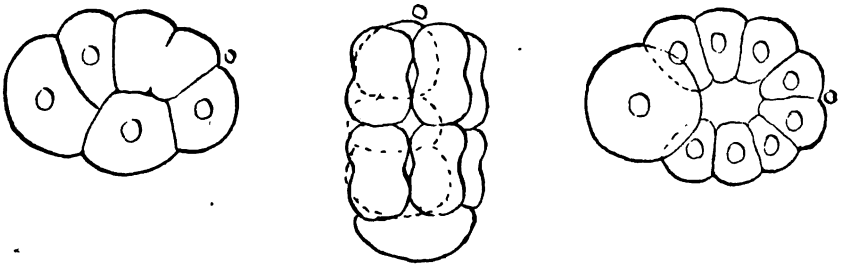


Fig. 18. Die hintere Zelle, vom Polkörperchen aus, schickt sich auch zur Teilung an. Die drei vorderen Säulen fast ganz wagrecht. — Das 10-zellige Stadium.

Fig. 19. Der Keim von unten gesehen, etwas schief aufgestellt. Die drei nun fast in der Längsrichtung stehenden Säulen von je 2 Zellen fangen sich an in querer Richtung zu teilen. Die drei dorsalen größeren Zellen schimmern durch, und bleiben derzeit noch ungeteilt. Die große hintere Zelle ist von den kleineren schon bedeutend umwachsen. Das Polkörperchen ganz vorne.

Fig. 20. Etwas späteres Stadium im optischen Durchschnitt — Frontallängsschnitt. — Die segmentale Höhle groß — Blastulastadium.

Zu den letzterwähnten Vorgängen der Segmentation hätte ich noch zu bemerken, dass sich um diese Zeit die Zellen so verschieben, dass jetzt das Polkörperchen nach vorne zu stehen kommt; die große Zelle ist hinten. Zugleich rücken die Blastomeren auseinander und bildet sich eine, zuerst kleine Segmentalhöhle — Blastocöl. Man kann den Keim als in das Blastulastadium übergehend ansehen.

Auf das 10-zellige Stadium schreitet die Furchung in folgender Weise weiter. Nachdem das Polkörperchen jetzt vorne steht und die große Zelle hinten, entspricht die Linie, die sie verbindet, der Längsaxe des Keimes (wenigstens auf diesem Stadium). Vom Polkörperchen nach hinten verlaufen 4 Reihen von Zellen: in dreien je zwei, in der dorsalen Reihe drei, und noch eine große hinten. Die Zellen in den drei 2-zelligen Reihen teilen sich jetzt in querer Richtung, und so resultieren auf diese Weise 3 Reihen mit je 4 Zellen und eine Reihe, die dorsale mit 3. Der Keim besteht nun aus 16 Zellen.

Die Furchungshöhle hat jetzt ihre größte Weite erreicht. Nach diesem ausgebildeten Blastulastadium (Fig. 20) verringert sich aber gleich wieder die Furchungshöhle, da die Umwachsung der großen hinteren Zelle beginnt. Die kleineren Zellen, an der Seite des Polkörperchens, rücken wieder näher an die große hintere Zelle heran, und die 4 letzten von den kleinen Zellen haben schon ziemlich weit die große Zelle überdeckt, so dass von ihr nur noch eine kleine Calotte herausragt. Und zwar haben sich die drei Zellen der dorsalen Reihe weiter über die große Zelle ausgebreitet, als diejenigen auf der gegen-

Digitized by Google

überliegenden ventralen Seite. Die Epibolie schreitet rasch vorwärts, die segmentale Höhle schwindet dabei vollständig. Jetzt erfolgt noch eine Teilung aller kleineren Zellen in der Längsrichtung (Fig. 23), und diese Zellen — wohl des Ektoblastes — können das Material nicht schnell genug herbeischaffen, um die große hintere Zelle ganz zu umwachsen, es bilden sich daher Spalten und Lücken zwischen den neu entstandenen Zellen. Dies gleicht sich später bald wieder aus und die Zellen stoßen wieder fest aneinander.

Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

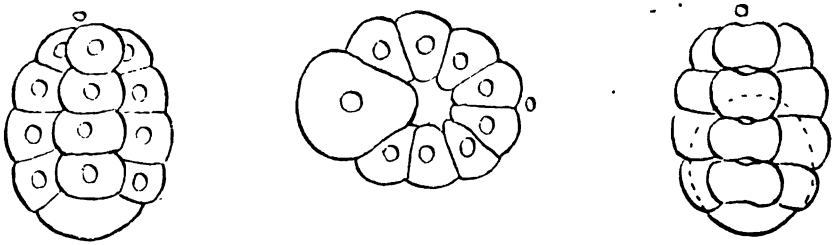


Fig. 21. Dasselbe Stadium wie Fig. 20, von unten gesehen.
Fig. 22. Die große hintere Zelle wird in die Blastulahöhle hineingepresst; die segmentale Höhle wird dadurch kleiner; die Epibolie schreitet vorwärts.
Fig. 23. Die kleineren Zellen schicken sich zur Längsteilung an. Der Keim von unten gesehen. Die große Zelle schon fast ganz umwachsen, schimmert durch, von ihr ragt hinten nur noch eine kleine Calotte hervor.

Das weitere Schicksal des Ektoblasts kann ich kurz zusammenfassen. Die Teilung der Zellen ist zwar noch nicht beendet, doch ist sie von keinem weiteren Interesse, und geschieht übrigens so unregelmäßig, dass es unmöglich wird es genau weiter zu verfolgen. Die Zellen flachen sich allmählich ab und teilen sich oft in ungleiche Teile, so dass die größere Hälfte sich abermals zu teilen beginnt, wenn sich die kleinere noch nicht ganz abgeschnürt hat. Es entstehen unregelmäßige, rundliche, dreilappige oder mehrlappige Felder, welche an das bekannte Spiel der zusammenlegbaren Bilder erinnert.

Wie aber die Umwachsung an der dorsalen Seite rascher fortschreitet, als an der ventralen, so ragt schließlich ein ganz kleiner Punkt der großen Zelle nur noch an der vom Pole ventralwärts abgewandten Stelle. Schließlich wird auch dieser geschlossen, und zwar regelmäßig mit zwei ganz kleinen Zellen, etwa von der Größe des Polkörperchens.

Nun wollen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit der allerseits umschlossenen großen Zelle zuwenden. Diese teilt sich vorderhand in zwei fast gleich große Hälften. Die Teilungsebene verläuft dorsoventral schief. Eine Hälfte bleibt hinten, wo die Umschließung geschah, und wo jetzt die zwei kleinen Zellen liegen; nach vorne ventral läuft diese Zelle mit verschmälerndem Rande aus. Die andere Hälfte liegt

Digitized by Google

nach vorn, dem Polkörperchen zugewendet, und umgreift mit ihrem verschmälerten Ende an der dorsalen Seite die erstere Zelle. Das Polkörperchen hat sich aber schon früher vom vorderen Pole ziemlich weit gegen die dorsale Seite zurückgezogen. Das heißt, es ist wahrscheinlicher, dass sich der ganze Keim ihm gegenüber so gestellt hat.

Was wir bis jetzt Dorsalseite genannt haben, die auch nun mit der zeitweiligen Lage des Polkörperchens bezeichnet war, kann auch weiter so benannt bleiben, da sie wirklich der künftigen dorsalen Seite des Embryos entspricht. Doch die Bezeichnung des vorderen Endes, welches wir bloß zur provisorischen Orientierung so genannt haben, müssen wir von nun an aufgeben, da die zwei kleinen Zellen den wirklichen vorderen Pol des Embryos anzeigen.

Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26.

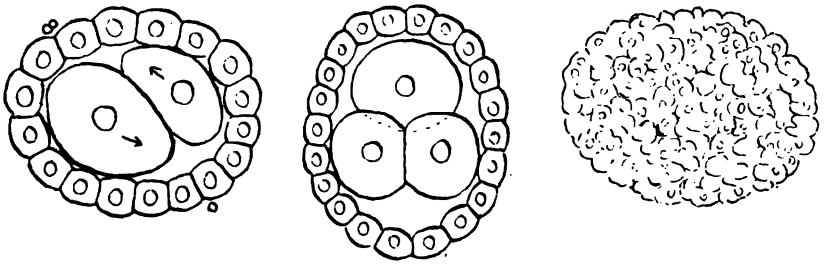


Fig. 24. Die Epibolie vollendet. Der Keim im Längsschnitt, umgekehrt dargestellt. Die zwei sehr kleinen Zellen, welche den Abschluss der Epibolie gebildet haben, sind vorn ventral (was an der Abbildung oben ist). Das Polkörperchen vom hinteren Pole nach der Dorsalseite verschoben. Die innere große Zelle hat sich in eine vordere dorsale und eine hintere ventrale abgeteilt.

Fig. 25. Frontalschnitt. Der vordere Pol auf der Abbildung nach unten. Die innere vordere und mehr dorsal liegende Zelle hat sich der Länge nach geteilt in zwei gleich große nun seitliche Blastomeren, aus welchen wahrscheinlich der Magen entsteht. Die hintere untere jetzt noch ungeteilte Zelle bildet wahrscheinlich die Anlage für das Ovarium und die Harnblase.

Fig. 26. Der Keim von Außen. Ektoblast in lebhafter Teilung begriffen, von flockigen Aussehen.

Durch die mittlere Einstellung des Mikroskopes und durch die größeren Kerne der zwei großen inneren Zellen ist uns nun erlaubt ihr Schicksal auch noch etwas weiter zu verfolgen. Die hintere, oder wie wir sie jetzt richtiger bezeichnen wollen, die vordere, größere Zelle, die den zwei kleinen Schlusszellen zugewendet ist, teilt sich zuerst der Länge nach in zwei gleich große Hälften. Dabei ziehen sich diese zwei Zellen vorne vom Ektoblast und schieben sich mehr dorsalwärts, fast ganz über die hintere Zelle. Gleich darauf teilt sich auch die andere, nun untere oder ventrale Zelle auch in der Längsrichtung in zwei gleich große Zellen. So entstehen 4 innere Zellen:

Digitized by Google

zwei dorsale und zwei ventrale. Die dorsalen reichen etwas mehr nach vorne, die ventralen nach hinten. Da der Embryo inzwischen undurchsichtiger geworden ist, kann man das weitere Schicksal dieser 4 Zellen nicht mehr verfolgen. Doch der Lage nach kann man mit ziemlicher Sicherheit schließen, dass aus den dorsalen der Magen, aus den ventralen das Ovarium gebildet wird. Wenn man die innere große Zelle, noch als sie ungeteilt war, als Entoblast ansieht, und zwar glaube ich, dass man dies mit vollem Rechte thun kann, so ist nicht nur der Magen entoblastischen Ursprunges, sondern auch das Ovarium. Also die Geschlechtsteile der Rotatorien wären aus dem Entoblast abzuleiten.

Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.

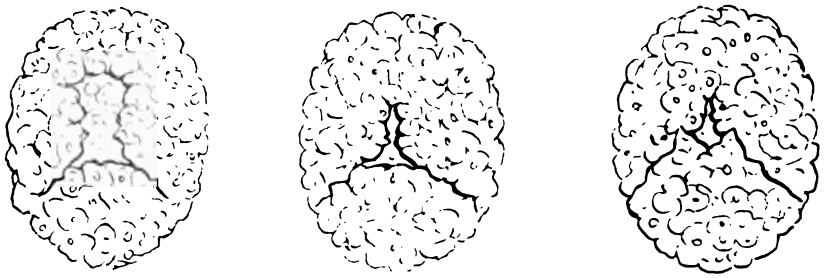


Fig. 27. Der Keim von der ventralen Seite. Der vordere Pol auf der Abbildung nach oben. Die viereckige Einsenkung stellt das Stomodaeum dar. Aus der hinteren Seite bildet sich der Fuß, dessen seitliche Konturen sich als zwei nach hinten divergierende Furchen von dem übrigen Körper immer stärker abheben.

Fig. 28. Die vordere Hälfte der viereckigen Grube wird immer mehr eingeengt; die Oeffnung bekommt dadurch eine dreieckige Gestalt.

Fig. 29. Die hintere Seite der dreieckigen Oeffnung wird eingebuchtet; seitlich ziehen sich zwei Spitzen — die Fußfinger — aus; die Kontur des Fußes wird deutlicher.

Ich wende mich jetzt der äußeren Körpergestaltung zu. Die Körperform des Embryos ist bisher immer noch eine ovale geblieben. Nach der völligen Umwachsung der inneren Zelle und Weiterteilung des Ektoblastes, wird der Keim auch ziemlich undurchsichtig. Das einzige, was man noch innen beobachten konnte, ist die Teilung in 4 innere große Zellen gewesen. Die Oberfläche des Keimes bekommt ein flockiges Aussehen (Fig. 26). In der Mitte der ventralen Seite wird jetzt eine Einsenkung sichtbar, in der Form von einem ziemlich großen viereckigen Felde, mit etwas spitz ausgezogenen Winkeln. Gegen vorne wird die Grube etwas tiefer (Fig. 27). Von den zwei hinteren Winkeln ziehen zwei nach hinten divergierende Furchen. Die vordere Hälfte des viereckigen Feldes wird eingeengt (Fig. 28); die Seitenränder ziehen sich nämlich zusammen. Auf diese Weise ent-

Digitized by Google

steht eine dreieckige Grube. Der hintere quergezogene Rand dieser Grube wird in der Mitte etwas eingebuchtet, es bilden sich in Folge dessen zwei seitliche nach vorne ausgezogene spitzige Fortsätze, die auch teilweise nach vorne übergreifen (Fig. 29). Das Zusammenziehen der Seitenränder schreitet nach rückwärts fort, und schließlich entsteht ein länglicher Spalt, der hinten bis an die zwei spitzigen Zipfel reicht (Fig. 30). Doch entfernt sich dieser Spalt bald von den zwei Zipfeln, was durch das Längenwachstum der mittleren Partie des Embryos erfolgt. Von der vorderen Spitze des Spaltes ziehen noch zwei nach vorne divergierende gebogene Ränder weiter, zwischen denen sich eine hervorragende Rundung abhebt.

Fig. 30 Fig. 31. Fig. 32.

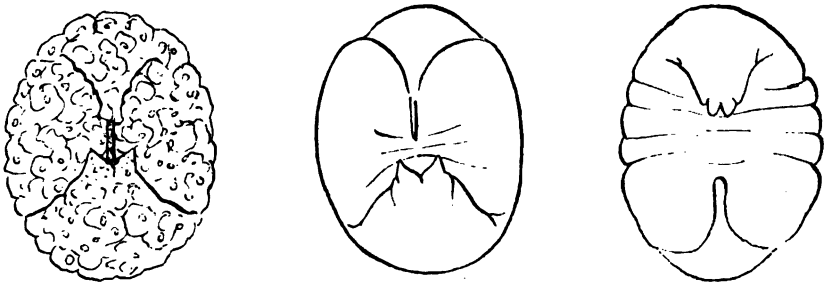


Fig. 30. Der Fuß wird noch deutlicher; die Oeffnung bildet einen Längsspalt, der hinten noch bis zum Fuße reicht. Vorne bilden sich zwei gebogene Wülste.

Fig 31. Der Längsspalt — die Mundöffnung — hat sich vom Fuße weiter nach vorne gezogen; die Wülste werden ausgeprägter, eine gewölbte Rundung zwischen ihnen hebt sich immer mehr ab. Zwischen Fuß und Mundspalt werden Falten sichtbar.

Fig. 32. Der Embryo streckt sich in die Länge und krümmt sich etwa gegen die ventrale Seite, wodurch die Querfalten noch stärker werden. Der Fuß ist kleiner geworden, und die Finger sind nicht mehr so spitzig.

Von der Hinterseite der ursprünglich viereckigen Einsenkung hat sich auf diese Weise ein konischer Fortsatz ausgezogen. Die grubenartige Vertiefung entspricht dem Stomodaeum, dessen Hinterrand sich direkt in einen zweizipfeligen Rotatorienfuß auszieht. Die spaltförmige Mundöffnung setzt sich in einen noch tiefer dringenden Schlund fort. Der konische abgeflachte Fuß ist gegen die Ventralseite angeschmiegt und läuft in einen Fortsatz aus, welcher an der gegen vorne gekehrten Spitze gespalten ist. Die *Asplanchna*, welche im erwachsenen Zustande unter Anderem durch die Fußlosigkeit eben charakterisiert wird, besitzt also als Embryo einen in zwei spitzige Finger auslaufenden Fuß, was ganz besonders hervorzuheben ist (Fig. 30, 31, 32).

Digitized by Google

Als nächst weitere Veränderung ist jetzt zu erwähnen, dass sich der Embryo ventralwärts krümmt, was durch die Furchen an seiner Ventralseite gekennzeichnet wird (Fig. 31, 32, 33). Zugleich entfernen sich Mund und Fuß immer mehr, wohl in Folge einer Streckung des Körpers. In der Fig. 32 ist schon die hintere Mundecke ziemlich weit vom Fuße entfernt und der Fuß hat schon seine spitzigen Enden etwas abgerundet. Die Figur 33 veranschaulicht den Embryo in der seitlichen Lage. Man bemerkt an dem walzenförmigen Körper vorne den etwas größer gewordenen Kopf und hinten den schon kleiner gewordenen Fuß. Der Kopf macht über ein Drittel des Körpers aus. Die Abgrenzung zwischen Kopf und Rumpf wird immer deutlicher. Der Fuß schwindet immer mehr; der Körper streckt sich in die Länge. Um diese Zeit beiläufig sieht man schon den Wimperkranz um den Kopf herum flimmern. Bald darauf wird der Embryo auch durchsichtiger, und schimmert schon hinten in der oberen Partie der Magen und unterhalb das breite, wie eine quergelegte Niere aussehende, Ovarium. Der Magen besitzt eine anfangs flache, doch bald sich erweiternde rosa-durchschimmernde Höhlung, ist übrigens aber von allen Seiten geschlossen mit großen nach Innen vorspringenden Zellen. Ganz vorne, rechts und links sieht man die zwei Verdickungen von den Magenzellen gebildet, aus welchen sich die Magendrüsen ableiten. Zwei ringförmige Muskeln können den Körper zeitweise deutlich in drei Teile teilen: im Kopf, den mittleren und hinteren Teil.

Fig. 33.

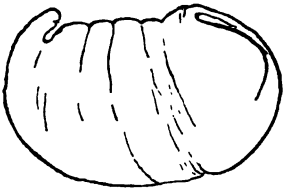


Fig. 34.

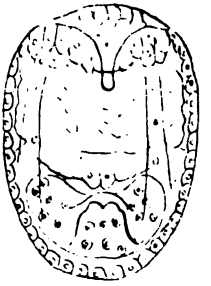


Fig. 33. Etwa dasselbe Stadium in der seitlichen Ansicht.
Fig. 34. Embryo von der ventralen Seite im optischen Durchschnitt. Hinten der schon bedeutend kleiner gewordene Fuß, Das Ovarium gut sichtbar, aus dessen mittlerem Teile bildet sich die Harnblase. Die Ektoblastzellen noch ziemlich groß und ihre Kerne sind auch noch sichtbar. Die zwei ventralen Retraktoren. Den ganzen vorderen Abschnitt nehmen das noch nicht ausgebildete Räderorgan und der große Pharynx ein. Die vordere stärkere Einschnürung ist nicht dargestellt. Der Magen liegt dorsal, ist also auf dieser Abbildung nicht sichtbar.

Die zuerst flachnierenförmige Anlage des Ovariums nimmt den hinteren unteren Teil des Körpers ein. Der mittlere, nach unten ge-

Digitized by Google

richtete Abschnitt desselben bildet die Anlage für die Harnblase, welche jedoch die seitlichen Segmentalgefäße noch nicht erreicht haben. Der 20 Stunden alte Embryo weist stets noch einen Fuß auf, der sich jedoch immer mehr nach hinten zurückzieht, zerbröckelt und allmählich schwindet Eine Spur davon ist aber noch an einem 24 Stunden alten Embryo bemerkbar. Der Durchbruch der Blase — die Kloakalöffnung — erfolgt gerade an der Stelle, wo sich die Basis des Fußes befand. Auf diesem Stadium besitzt der Embryo eine schon ausgebildete Harnblase, und die seitlichen, schon früher in Wimperzellen sich verästelnden Wassergefäßkanäle, welche sich von vorne nach hinten verschieben, dürften sie jetzt schon erreicht haben. Um diese Zeit haben sich auch die seitlichen Hörnchen am Wimperorgan gebildet (Fig. 35). Um die 25. Stunde wird auch das karminrote Auge sichtbar.

Fig. 35.

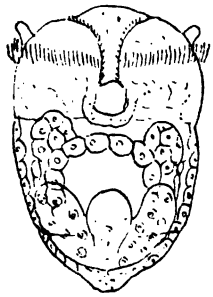


Fig. 36.

Fig. 35. Der Wimperkranz, die zwei seitlichen Hörner, der untere Abschnitt des Pharynx sind sichtbar. Weiter zwei quere Einschnürungen, der Magen mit den Magendrüsen, das Ovarium und die Harnblase und noch eine Spur vom Fuß.

Fig. 36. Der hintere Teil des Körpers von der linken Seite dargestellt. Oben Magen, seitlich der ventrale linke Retraktor; die Harnblase mit dem linken Wassergefäßkanale; der schon rudimentäre Fuß und die Ektoblastzellen. Das Ovarium ist nicht eingezeichnet.

In dem nun darauffolgenden Stadium wird der sich ausdehnende und in die Länge gezogene Embryo noch durchsichtiger und erlaubt noch besser die Einsicht in sein Inneres. Die Ektoblastzellen, in denen die Kerne noch sichtbar sind, verflachen sich immer mehr und haben wohl schon die äußerst dünne Cuticula ausgeschieden. Die Magenzellen sind auch nicht mehr so dick. Die vier starken Retraktoren präsentieren sich als fertige, fein längsgestreifte mit Kernen besetzte Bänder. Die Magenzellen sind an der inneren Seite noch nicht bewimpert; der Pharynx kommuniziert noch nicht mit der Magenhöhle. Die Magendrüsen bilden sich als Knospen an zwei seitlichen Stellen an der vorderen Magengegend, aber nicht als hohle Divertikel — ein Lumen besitzen sie nie. Diese zwei Verdickungen heben sich immer

Digitized by Google

schärfer von der übrigen Magenwand ab und bekommen allmählich eine Kugelgestalt. Es ist eine Massenanhäufung der Magenzellen, die sich als kugelige Gebilde abgrenzen.

Die Verbindung des Pharynx mit dem Magen konnte ich deutlich beobachten: Die von dicken Zellen gebildete Wand des Schlundes nähert sich der vorderen Magenwand. Jetzt bilden sich zahlreiche äußerst feine Fäden, die die eine Wand mit der anderen verbinden. Die vorderen Magenzellen, an die die Fäden stoßen, verflachen sich bald und verdünnen auf diese Weise bedeutend die vordere Magenwand. Zu gleicher Zeit bekommen diese dünnen Magenzellen an ihrer freien, dem Magenlumen zugekehrten Seite äußerst feine dichte Wimpern; und von da aus verbreitet sich die Bewimperung auch auf die übrige Magenwand. Bald darauf wird die vordere dünne Magenwand, an welcher seitlich die kugeligen Magendrüsen anhaften, konisch nach vorne ausgezogen, und der dünne, stark gefältete Oesophagus wäre auf diese Art von der vorderen Magenwand gebildet. Nun erfolgt auch der Durchbruch. Dies alles geschieht beiläufig um dieselbe Zeit, als sich das Auge gebildet hat, also ungefähr um die 25. Stunde herum.

Nicht lange darauf kann man auch die Bildung der stiletartigen, oder fast hirschgeweiheartigen Kiefer in dem Schlunde beobachten. An der ventralen Seite des Schlundes sacken sich zwei dickwandige Divertikel aus, und in der Mitte des sehr engen Lumens werden die harten sehr spitzigen Kiefer ausgeschieden.

Ueber die Bildung des Nerven-, Muskel- und Wassergefäß-Systems kann ich leider nichts berichten. Das Nervensystem stammt zweifelsohne vom Ektoblast, doch will ich über die Abstammung der beiden letztgenannten Organsysteme vorläufig nicht einmal eine Vermutung aussprechen.

Der Embryo wird nun immer größer, zieht sich auch immer stärker in die Länge; ist vorne breiter als hinten, während beim ausgebildeten Tiere gerade das Gegenteil der Fall ist; ändert oftmals seine Lage; das völlig ausgebildete Wimperorgan fängt sehr stark zu flimmern an und die Kontraktionen werden immer energischer, bis der Embryo nicht durch die Mithilfe der Mütter schließlich nach etwa 36 Stunden durch die Kloake ausgestoßen wird.

Die Beobachtung der Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii* habe ich am Lande, in Zlatar, ausgeführt, wo ich keine litterarischen Hilfsmittel bei der Hand gehabt habe, was mir die Beobachtung gewiss wesentlich erschwerte. Doch glaube ich andererseits, dass ich eben dadurch das gewann, dass ich nicht mit Voreingenommenheit vorgegangen bin und mir die Objektivität besser bewahrte.

Sowie sich mir aber die Gelegenheit geboten hat, habe ich die einschlagende Litteratur durchgesehen, schon um eine Kontrole für meine Beobachtung zu gewinnen.

Digitized by Google

Außer den Arbeiten von F. Cohn, Huxley, Leydig, Salensky, Semper, Plate, Imhof, Zacharias, habe ich besonders die Abhandlung von G. Tessin[1]) berücksichtigt.

Tessin studierte zwar die Entwicklung von *Eosphora digitata*, doch musste ich mich dennoch veranlasst finden meine Resultate, gewonnen an der *Asplanchna*, mit den seinigen von *Eosphora* zu vergleichen.

Sehon die erste Furche bei der Segmentation des Eies von *Eosphora digitata* verläuft anders als bei *Asplanchna*, da sie bei der letzteren nicht schief geht. Die zweite Furche teilt bei *Eosphora* die größere Zelle in zwei ungleich große Hälften und verläuft schief. Das kommt bei *Asplanchna* ebenfalls, wenigstens in vielen Fällen, auch so vor. Die kleinere Zelle wird darauf bei beiden Formen in zwei gleiche Zellen geteilt. Nach den ersten drei Furchen resultiert also bei beiden Formen ein gleiches Stadium: eine große Zelle und neben ihr drei kleinere. Dass aber bei *Asplanchna* dieses Stadium auf eine ganz andere Art zu Stande gebracht wird, habe ich schon oben dargelegt.

In der Auffassung der Medianebene des Keimes stimmen wir vollständig überein; wie auch in Bezug der Bezeichnung des vorderen Endes durch die große Zelle.

Leider besteht aber eine Meinungsverschiedenheit in der Bezeichnung der Rücken- und Bauchseite, was ich mir dadurch erkläre, dass Tessin das Polkörperchen bei *Eosphora* nicht ebenso gut verfolgen konnte, wie es sich, wenigstens in den Anfangsstadien, bei *Asplanchna* dies thun lässt. Unsere Figuren stimmen sonst sehr gut überein; z. B. meine Figur 16 mit der Figur 18 von Tessin.

Bei *Eosphora* soll eine Stereoblastula vorkommen. Bei *Asplanchna* entschieden nicht. Wenn auch das Blastocoel ziemlich klein ist, muss ich bei *Asplanchna* doch eine Coeloblastula annehmen. Wie ich gezeigt habe, kommt es aber bei *Asplanchna* trotzdem doch auch zu einer Stereogastrula — auf meiner Figur 23 dargestellt.

Die Bildung des Mesoderms beobachtete Tessin bei *Eosphora*; ich kann leider darüber bei *Asplanchna* nichts berichten. Wenn ich aber auch die Ausbildung der inneren Organe bei *Asplanchna* nicht so gut beobachten konnte, so ist doch die Segmentation bis zu 16 Zellen sehr genau dargestellt worden, wofür ich auch die vollkommene Verantwortlichkeit übernehme.

Der Annahme, dass sich der Schlundkopf aus dem Entoderm bildet, kann ich in keinem Falle beipflichten. Ich habe es wenigstens bei *Asplanchna* als aus dem Ektoblast sich bildend beobachtet.

Weiter unterzog ich Zelinka's neuere Arbeit: Zur Entwicklungs-

1) G. Tessin, Ueber Eibildung und Entwicklung von Rotatorien. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 44, Leipzig 1886.

Digitized by Google

geschichte der Rädertiere[1]) einer näheren Betrachtung. Zelinka untersuchte hauptsächlich *Callidina russeola*. Seine Angaben stimmen, so weit es sich wieder um eine andere Form derselben Tiergruppe handelt, mit meinen Beobachtungen sehr gut überein. Hervorheben will ich nur, dass Zelinka Tessin's Angaben über das Mesoderm nicht bestätigt. Die Rotatorien sollen überhaupt kein eigentliches Mesoderm besitzen, zu welcher Auffassung ich auch gerne hinneige. Mir ist es auch ferner sehr wahrscheinlich geworden, dass sich, wie Zelinka angiebt, die Hautmuskeln vom Ektoblast abspalten. Sehr richtig ist auch, wenn er sagt, dass überhaupt das Ektoderm an der Entwicklung einen sehr aktiven Anteil nimmt. Die Genitalzellen leitet er ab von der Darmanlage. Es ist wahrscheinlich, wie ich gezeigt habe, dass die Genitalien aus dem Entoblast, also aus demselben Keimblatt wie der Darm sich entwickeln, ja dass beide Organe aus einer einzigen gemeinschaftlichen Zelle sich ableiten lassen, doch muss man diese Zelle, in diesem Stadium, noch nicht als Darm, sondern als Entoblast auffassen. Das bezieht sich wenigstens auf die von mir untersuchte Form: *Asplanchna Brightwellii*.

In der Litteratur der letzten Jahre fand ich nun auch Arbeiten, die sich auf die Entwicklung des Genus *Asplanchna* beziehen. Jennings[2]) beschäftigt sich mit der Furchung der *Asplanchna Herrickii* und bespricht hauptsächlich die Gesetze der Spindelrichtung Hertwigs, wie auch die Faktoren überhaupt, welche man zur Erklärung der Qualität der Furchung herangezogen hat. Erlanger[3]) berichtet in Zoolog. Anzeiger über die Beobachtungen, angestellt an *Asplanchna priodonta*, bis zur ersten Teilung, worin er sich hauptsächlich mit dem Verhalten der Centrosomen im parthenogenetischen und im befruchteten Ei befasst. Ich selbst beobachtete die Centrosomen nicht, kann daher darüber nichts berichten.

Und so glaube ich, dass es sich lohnen würde, diese meine eigene Beobachtung über die Entwicklung der *Asplanchna Brightwellii* hier mitzuteilen, da sie einen kleinen Beitrag zur embryonalen Entwicklung der Rotatorien doch bildet, indem sie die Angaben anderer teilweise bestätigt, teilweise aber auch einige Lücken ausfüllt, ohne natürlich selbst den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. [127]

Agram, den 10. Oktober 1898.

1) O. Zelinka, Studien über Rädertiere. 3. Zur Entwicklungsgeschichte der Rädertiere, nebst Bemerkungen über ihre Anatomie und Biologie Zeitschrift f. wiss Zool., 53 Bd., 1893.

2) H. S. Jennings, The Early Development of *Asplanchna Herrickii* De Guerne. A Contribution to Developmental Mechanics. Bull. Mus. Harvard Coll., Vol. 30, 1896.

3) R. Erlanger und R. Lauterborn, Ueber die ersten Entwicklungsvorgänge im parthenogenetischen und befruchteten Rädertierei (*Asplanchna priodonta*). Vorläufige Mitteilung, 1, Zool. Anzeiger, 20. Bd., 1897.

Digitized by Google

M. Standfuss, Experimentelle zoologische Untersuchungen mit Lepidopteren[1]).

Die überaus interessanten, ergebnisreichen Studien von Standfuss beginnen mit einer Wiederaufnahme der Experimente von Dorfmeister, Weismann und W. H. Edwards, welche erniedrigte und erhöhte Temperaturen auf Schmetterlingspuppen einwirken ließen.

Standfuss macht uns zunächst mit den Resultaten bekannt, welche er durch mäßig erhöhte (+ 37° bis + 39° C) und mäßig erniedrigte (+ 4° bis + 6° C) Temperaturen im Laufe von 12 Jahren erzielte.

Es ergab sich, dass Arten von nördlicher Herkunft bei erniedrigter Temperatur regressive Formen und bei erhöhter progressive lieferten, dagegen Arten von südlicher Herkunft im ersteren Fall progressive und im letzteren regressive. Mit anderen Worten; bei Schmetterlingen, welche aus nördlichen Erdgebieten in südliche vordringen, erzeugt das Kälteexperiment Rückschlag, während erhöhte Temperatur Färbung und Zeichnung ihrer Flügeldecken in einer Richtung verändert, die man als fortschrittliche bezeichnen darf, wenn man die ausgewanderten Formen mit ihren den ursprünglichen Wohnsitzen verbliebenen Verwandten vergleicht. Bei Schmetterlingen, welche aus der tropischen und subtropischen Region nach Norden einwanderten, erfolgt die umgekehrte Reaktion.

Derart umgestaltend wirkten Kälte und Wärme bei *Van. c. album* L., einer Art von mutmaßlich nördlicher Provenienz. *Van. urticae* L., wahrscheinlich ebenfalls nordischer Herkunft, konnte durch Kälte vollkommen zur var. *polaris* Stgr. von Lappland und durch Wärme annähernd zur var. *ichnusa* Bon. von Korsika und Sardinien umgeprägt werden. Bei *Van. io* L., *antiopa* L. und *polychlorus* L. traten Typen auf „die der Vorgeschichte der betreffenden Arten angehört haben dürften", bei *Van. antiopa* L., *cardui* L. und *atalanta* L., solche „wie sie sich vielleicht in Zukunft im weiteren Entwicklungsgange der Art einstellen werden".

Ferner gelangen Umgestaltungen bezüglich des sexuellen Färbungsdimorphismus. Durch Wärme wurde die fahle, weißliche Färbung des Weibchens von *Rhodocera rhamni* L. in das intensive Gelb des Männchens überführt. Standfuss erklärt dieses Phänomen durch das Vorhandensein einer Korrelation zwischen Färbung und Genitalorganen und die Beobachtung, dass die weiblichen Keimdrüsen durch das Wärmeexperiment eine Schädigung und Verkümmerung erfahren.

Standfuss hat mit 56 Arten, Vertretern aus den meisten artenreichen Familien unserer europäischen Makrolepidopterenfauna experimentiert. Von besonders bemerkenswerten Ergebnissen sind noch folgende hervorzuheben als Stütze der von Standfuss aufgestellten Thesen.

A. Durch Kälte wurde verwandelt:

Die Sommergeneration von *Pap. podalirius* L. (Wallis), *Pier. daplidice* L. (Berlin), *Polyomm. amphidamas* Esp. (Leipzig) in vielen Individuen vollkommen in die Form aus überwinterter Puppen.

Parn. apollo L. (Wallis) (besonders das weibliche Geschlecht) in die stark verdunkelte oberöstreichische var. *brittingeri* Rghf.

1) In: Denkschriften Schweiz. Naturforsch. Ges., Bd. 36, 1; 1898, p. 1—81, Tab. 1—5 (Lichtdruck).

Digitized by Google

Colias myrmidone Esp. in einem erheblichen Bruchteil der weiblichen Individuen in ab. *alba* Stgr. Das Orange der Männchen wurde gelb. Im weiblichen Geschlecht traten ferner öfters solche Umgestaltungen im Zeichnungscharakter ein, dass sie an *Colias hecla* Lef. und *Colias staudingeri* var. *pamiri* erinnerten.

B. Durch Wärme wurde übergeführt:

Die 2. Generation von *Pap. podalirius* L. (Wallis) in die var. *zanclaeus* Z. (Neapel, Sicilien) und *Sat. semele* L. (Berlin) nahegebracht der var. *aristaeus* Bon. (Korsika, Sardinien). *Lasiocampa quercifolia* L. (Zürich) erhielt das Kleid von Dalmatiner Exemplaren und *Spilos. fuliginosa* L. in ihrer Sommerform von Zürich das der südlichen var. *ferrida* Stgr. Das Weibchen von *Parn. apollo* L. (Wallis) seiner Färbung nach vollkommen in den männlichen Typus. *Van. antiopa* in wenigen Individuen in einen Uebergang nach ab. *hygiaea* Hdrch.

Frost-Experimente (0° bis 20° C) und Hitze-Experimente (+ 40° bis 45° C).

Sommerpuppen gewöhnlicher Nymphaliden, welche 12 — höchstens 20 Stunden alt waren, weil sich diese am meisten für die Beeinflussung empfänglich erwiesen hatten, wurden aus der jeweiligen Tagestemperatur in eine Temperatur von + 5° C versetzt, die bei einzelnen Serien nur auf 0° C allmählich erniedrigt, eine Stunde festgehalten und dann wieder allmählich erhöht, bei anderen auf — 2° bis — 5° C herabgesetzt wurde. Mit Ausnahme von 2 Exemplaren von *Van. antiopa* mit verbreitertem Gelb der Hinterflügel bezw. beider Flügelpaare und Uebergängen der *Van. io* zur ab. *belisaria* Obthr. ergaben alle gesunden Puppen völlig normale, tadellose Falter.

Es folgten Versuche mit — 8° bis — 20° C, bei denen die Expositionszeit zwischen 2—4 Stunden schwankte. Als günstiges experimentelles Vorgehen ergab sich „eine 5—6 Tage fortgesetzte, täglich je zweimal 2 Stunden lang wiederholte Einwirkung von — 10° bis — 12° C, das darum schließlich als Durchschnittsbehandlung beibehalten wurde". Die hier erhaltenen abweichenden Formen bezeichnet Standfuss als Aberrationen, „welche, ohne an bestimmte Jahreszeit oder Ort gebunden zu sein, da oder dort im Verbreitungsgebiete der Art gelegentlich in der freien Natur in gleichem oder doch ähnlichem Gepräge auftreten; darunter allerdings auch Formen die wohl zu dieser Kategorie zu zählen, aber bisher noch niemals beobachtet sein dürften".

Es ergab sich z. B. von *Pap. machaon* L. die sehr selten in der freien Natur beobachtete ab. *atromarginata* Rothke von *Van. urticae* L. die ab. *atrebatensis* Boisd., ferner die ab. *ichnusoides* Sel.

Auch die Hitzeexperimente, bei welchen die ziemlich frischen Puppen meist an 6 aufeinander folgenden Tagen je $2^1/_2$ Stunden bei + 42° C oder an 5 Tagen $1^1/_2$ Stunden bei + 45° C exponiert wurden, lieferten Aberrationen. Z. B. von *Van. polychloris* L. die typische ab. *testudo* Esp., von *Van. antiopa* die ab. *hygiaea* Hdrch., von *Van. cardui* die ab. *elymi* Rbr., von *Van. atalanta* die ab. *klemensiewiczi* Schille.

Frost- und Hitze-Experimente überraschten in gleicher Weise, namentlich durch die große relative Seltenheit, mit der in Färbung und Zeichnung vom normalen Typus abweichende Erscheinungen auftraten, während konstanter Ein-

Digitized by Google

fluss mäßiger Kälte und Wärme die Physiognomie des ganzen Stockes des in gleicher Weise behandelten Materiales übereinstimmend veränderte.

Diese ab. *testudo* war das einzig veränderte Individuum unter 374 ausgeschlüpften Exemplaren. Ueberdies ist die Zahl der Aberrationen sehr schwankend. Standfuss berechnete sie auf 2 bis 15 %.

Nicht allein die bedeutend erniedrigte, sondern auch die bedeutend erhöhten Temperaturen verlangsamen die Entwicklung. Die zuletzt ausschlüpfenden Schmetterlinge pflegen in höherem Grade vom normalen Typus abzuweichen als die früher erscheinenden. Temperaturen von über 40° C haben eine hemmende Wirkung. Sie können einen direkten Ersatz für die Winterruhe bilden. So lieferten die Puppen der Sommerbrut von *Pap. machaon* L., *Polyomm. amphidamas* Esp., *Van. levana* var. *prorsa* einen gewissen Prozentsatz von Faltern, deren Kleid an das der Winterbrut erinnerte oder ihm sogar sehr nahe kam. Ein anderer Teil jener Puppen entwickelte sich aber überhaupt zur Zeit nicht, sondern überwinterte und ergab im nächsten Frühjahr Schmetterlinge vom normalen Typus der ersten Generation, während doch Individuen derselben Bruten, welche in normaler Temperatur belassen waren, „samt und sonders in zweiter Generation ausschlüpften".

Standfuss kommt schließlich zu dem Urteil, dass „Frost" und „Hitze" nicht unmittelbar umgestaltend wirken, sondern das Insekt in einen Zustand der Lethargie versetzen, auf dessen Basis vielleicht sich Vorgänge abspielen können, die eine Veränderung des Schmetterlings bedingen. Er meint, dass es annähernd gleichgiltig sei, ob das lethargische Stadium durch andere störende Einflüsse (z. B. Druck, Schnürung) herbeigeführt wurde. Unmittelbar umbildend wirken dagegen die mäßig erniedrigten und erhöhten Temperaturen. Diese wirken auch in gleicher bestimmter Richtung, ohne besondere Schwankungen. Ihr Einfluss ist zu berechnen, man vermag mit ihr Varietätenreihen zu erzeugen. „Frost" und „Hitze" hingegen scheint fast ohne Gesetz zu modeln.

Auf die Resultate seiner Frost- und Hitze-Experimente hin folgert Standfuss, dass die in der freien Natur auftretenden Aberrationen ebenfalls infolge Beeinflussung durch anormale Temperaturen entstanden sind. Es sind die Aberrationen weder Rückschlagformen noch Varietäten sondern Monstrositäten.

Von weitgehendstem Interesse sind die Ergebnisse der Weiterzucht aberrativer *Van. urticae* L.

Dem Experimentator war es leider nicht möglich, die durch Kälte und Wärme umgewandelten Formen weiter zu züchten, da sich die bisher gewonnenen Individuen nicht genügend „lebensenergisch" erwiesen. Günstig zeigten sich indess durch Frosteinwirkung gewonnene Aberrationen. Den Ausgang bildeten 8231 Puppen von *Van. urticae* L., von denen das Frostexperiment 32 aberrative Männchen, aber nur 10 aberrative Weibchen lieferte. Von letzteren waren aber nur 2, von ersteren hingegen alle als extrem abweichend zu bezeichnen. Ihre Hinterflügel waren oberseits vollkommen schwarz, während sie bei dem anderen noch blaue Randflecke und Rotbraun in den Analwinkeln zeigten.

Digitized by Google

Diese Tiere wurden in ein gut ventiliertes, sonniges Gewächshaus gesetzt, und für ihr Wohlbefinden durch Kübel und Töpfe mit üppigen Nesselbüschen und voll blühenden Nelken und reichliche Wasserzerstäubung gesorgt. Die Kopulation fand statt, eine bedeutende Eiablage erfolgte; es entwickelten sich nahezu an 2000 Raupen. Leider war aber das eine der extrem abweichenden Weibchen vor der Eiablage zu Grunde gegangen. Schon 16 Tage nach Beginn der Eiablage erfolgte Verpuppung. Inzwischen hatte indess eine Infektionskrankheit (Flacherie) stark verheerend gewirkt, überdies zeigte sich ein Teil der Puppen von kleinen *Pteromalus*-Arten bewohnt, so dass schließlich nur etwa 200 Schmetterlinge ausschlüpften. Unter diesen befanden sich 3 Exemplare, welche „sichtlich" vom normalen Typus abwichen und 1, welches als hochgradig anomales Stück bezeichnet werden musste. Alle waren Männchen und Nachkommen des aberrativsten Weibchens. Das letzte Stück wich vom elterlichen Typus nur dadurch etwas ab, dass die blauen Außenrandflecke der Hinterflügel von dem Rande etwas zurück in die Flügelfläche hineinrücken. — Alle übrigen Exemplare der Zucht waren normale Falter.

Als II. Teil seiner Untersuchungen lässt Standfuss die Ergebnisse seiner Hybridations-Experimente folgen.

Standfuss erzielte fruchtbare Bastardationen bei Kreuzung einer Reihe genuiner Arten[1]) und einiger, von deren Kreuzungsprodukten weiter abgeleiteter Formen[2]), ferner bei Kreuzungen zweier Lokalrassen derselben Art[3]).

Die Erfolge der Experimente ließen folgende „Gesetze" erkennen:

Die primären Bastarde stellen im allgemeinen eine individuelle wenig schwankende Zwischenform zwischen den zeugenden Arten dar, welche der phylogenetisch älteren näher steht als der jüngeren. Das macht sich nicht allein im Habitus, in der Färbung und Zeichnung von Raupe und Falter geltend, sondern auch in biologischer Hinsicht, in den Instinkten, z. B. in der Wahl der Futterpflanze. Standfuss berichtet speziell über die Hybriden von *Sat. pavonia* männl. und *Actias isabellae* weibl. Die erzielten Raupen nahmen zuerst nur Lärche an und hielten sich einzeln; nach der ersten oder zweiten Häutung gingen sie indess zur Schlehe über und zeigten einen Hang zur Geselligkeit.

Das männliche Geschlecht übt einen größeren Einfluss auf die Gestaltung der Hybriden aus als das weibliche.

---

1) *Smer. ocellata* L. männch. × *populi* L. weibch.; *Zyg. trifolii* L. m × *filipendulae* L. w.; *Bomb. franconica* Esp. m. × *castrensis* var. *veneta* Stdfs. w.; *Bomb. castrensis* var. *veneta* Stdfs. m. × *franconia* Esp. w.; *Bomb. neustria* L. m. × *franconia* Esp. w.; *Bomb. neustria* L. m. × *castrensis* var. *veneta* Stdfs. w.; *Sat. pavonia* L. m. × *Act. isabellae* Graëlls w.; *Sat. pavonia* L. m. × *spini* Schiff. w.; *Sat. pavonia* L. m. × *pyri* Schiff. w.

2) *Sat.* $\left(\frac{\textit{pavonia}\text{ L. m.}}{\textit{pyri}\text{ Schiff w.}}\right)$ m. × *pavonia* L. w.;

Sat. $\left(\frac{\textit{pavonia}\text{ L. m.}}{\textit{pyri}\text{ Schiff w.}}\right)$ m. × *pyri* Schiff. w.

3) *Call. dominula* L. m. × *Call. domin.* var. *persona* Hb. w.; *Call. domin.* var. *persona* Hb. w. × *Call. dominula* L. w.; *Spilos. mendica* Cl. m. × *Spil. mendica* var. *rustica* Hb. w.; *Spilos. mendica* var. *rustica* Hb. m. × *mendica* Cl. w.

Digitized by Google

Die weiblichen Bastarde besitzen gar keine oder verkümmerte Eikeime, vielleicht bildet aber das weibliche Kreuzungsprodukt von *Zyg. trifolii* Esp. m. × *filipendulae* L. w. eine Ausnahme, denn es wurde in seinen Ovarien konstant eine größere Anzahl anscheinend normal gebildeter Eier beobachtet, deren Entwicklungsfähigkeit noch nicht experimentell geprüft werden konnte.

Die männlichen Bastarde sind wahrscheinlich sämtlich, wenn auch in beschränkteren Maße als ihre Ursprungsformen, fortpflanzungsfähig.

Ihre Fruchtbarkeit mit dem Weibchen der phylogenetisch älteren Art ist viel größer als mit solchen der phylogenetisch jüngeren.

Die sekundären Bastarde schwanken in Größe, Form und Färbungsgepräge erheblicher als die primären, lehnen sich aber im ganzen eng an die phylogenetisch ältere Form an.

Die sekundären männlichen Bastarde erwiesen sich etwas weniger kopulationslustig als die primären; die weiblichen sind wohl in der Regel steril.

Ein unerwartetes Ergebnis lieferte eine Anzahl weiblicher Individuen der Hybridation von: *Sat.* $\frac{(\textit{pavonia}\ ♂ \times \textit{spini}\ ♀)\ ♂}{\textit{pavonia}\ ♀}$ bei der sich nur eine Anzahl der weiblichen Bastarde als steril erwies, die Mehrzahl aber bis über 200 Eier ablegte. Diese ausnahmsweise fruchtbaren Weibchen wurden mit den zugehörigen Bastardmännchen, ferner mit Männchen von *Sat. pavonia* und drittens von *Sat. hybr. bornemanni* Stdfs. erfolgreich gepaart. Es gelang in allen 3 Fällen einige Raupen, aber nur im 1. einige Puppen aufzuziehen, deren Entwicklung zum Falter indess noch nicht erfolgt war.

Neben äußerlich normal ausgeprägten männlichen und weiblichen Exemplaren traten unter den sekundären Bastarden gynandromorphe Individuen auf, also solche, die in ihrer äußeren Gestalt männliche und weibliche Merkmale gemischt trugen, indess, wie ihr innerer anatomischer Bau lehrte, keine Hermaphroditen waren.

Die sekundären Bastarde entstehen nicht nur durch Rückkreuzung der primären Bastard-Männchen mit dem Weibchen der beiden Ursprungsarten, sondern auch aus der Paarung mit Weibchen einer dritten Art. Z. B. *Sat.* $\frac{(\textit{pavonia}\ ♂ \times \textit{spini}\ ♀)}{\textit{pyri}\ ♀}$ ♂.

Die sich aus dieser Paarung ergebenden Raupen waren individuell nicht verschieden. 3 boten fast dem Anblick (von den zinnoberfarbenen Warzen abgesehen) von riesigen Raupen von *Sat. spini*; andere zeigten ein Gemisch des *spini-pavonia*-Charakters und nur eine Raupe ließ deutlich ihren unmittelbaren Ursprung von *Sat. pyri* erkennen. Der weibliche Falter „macht überwiegend den Eindruck einer gigantischen *Sat. spini*; auch das Männchen steht diesem Typus in mehrfacher Vergrößerung am nächsten, ohne doch aller Anklänge an *Sat. pavonia* und *pyri* zu entbehren".

Digitized by Google

Die Brut sekundärer Bastarde

z. B. von *Sat.* $\dfrac{\left(\dfrac{(pavonia\ \sigma)}{spini\ \varphi}\sigma\right)\sigma}{\left(\dfrac{pavonia\ \sigma}{pavonia\ \varphi}\right)\varphi}$ oder *Sat.* $\dfrac{\left(\dfrac{(pavonia\ \sigma)}{pyri\ \varphi}\sigma\right)\sigma}{pavonia\ \varphi}$

ergab bisher als Imagines ausschließlich Männchen, die, wenigstens im letzteren Fall, „wohl sicher wiederum fortpflanzungsfähig“ waren.

Dem unermüdlichen Experimentator ist es im letzten Jahre auch gelungen, eine in sich fortpflanzungsfähige primäre Bastardform zu erzielen.

Den Ausgang bildeten *Drepana curvatula* Bkh. m. × *falcataria* L. w. und *Pygaera curtula* L. m. × *pigra* Hfn. w.

Weiter fortgesetzte Hybridationsexperimente lieferten noch den Beweis, dass die weiblichen Bastarde energisch zum Rückschlag neigen. So z. B. streben die weiblichen Hydride von Faltern mit 2 bis 3 Jahresgenerationen gleichwohl zu der (ohne Zweifel ursprünglichen) einfachen Jahresgeneration zurück. Die Männchen indessen verraten neben der Tendenz, den phylogenetisch älteren Typus zur Erscheinung zu bringen, deutlich die Neigung zu Fortschritten in biologischer und morphologischer Beziehung. **Otto Bürger.** [124]

Ludolf Krehl, Pathologische Physiologie. Lehrbuch für Studierende und Aerzte.

Leipzig. F. C. W. Vogel 8°. 572 Seiten.

Dieses Werk ist zwar eigentlich in erster Linie für Mediziner bestimmt, verdient aber doch an dieser Stelle genannt zu werden. Es setzt sich zur Aufgabe, die Lebensvorgänge im kranken menschlichen Organismus nach strenger biologischer Methode darzustellen. Das Material zu dieser Darstellung schöpft Verf. in gleichem Maße aus den Erfahrungen am Krankenbett und aus dem Experiment. Der Verf. ist in beiden Forschungsmethoden geübt und führt auch viele eigene Beobachtungen [z. Bsp. in dem ausführlichsten 1. Kap. „der Kreislauf“] an; zugleich zitiert er eine ausserordentlich große Zahl von Originalarbeiten. Da nun doch der Mensch der weitaus am genausten erforschte Organismus ist und auf manchen Gebieten die Erfahrung am Krankenbett bisher noch die Hauptquelle unserer Erkenntnis von der Funktion der betreffenden Organe, so wird in solchen Fällen das vorliegende Buch dem Biologen ein sehr nützlicher Führer sein. W. R.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und-Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Februar 1899.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Reinke**, Gedanken über das Wesen der Organisation. — **Zacharias**, Das Plankton des Arendsees. — Anatomisches von der Naturforscher-Versammlung zu Düsseldorf. — **Garbowski**, Ein Nachwort über Prof. Apáthy's Nervenlehre.

Gedanken über das Wesen der Organisation.

Von **J. Reinke.**

I.

Dem Naturforscher liegt es ob, den Ariadne-Faden zu suchen, der durch das Labyrinth der Erscheinungen dieser Welt führt. Er bemüht sich, die Natur nicht nur zu beschreiben, sondern auch zu verstehen. Es ist nicht müssige Neugierde, was uns sehen und horchen, was uns jedes Steinchen auf dem Wege umkehren heisst; was uns nicht genügen lässt an den Werkzeugen der Wahrnehmung, mit denen die Natur uns ausrüstete, was unsere Sinne schärft durch Mikroskop und Fernrohr und das feinste Mittel des Erkennens, das Experiment: es ist ein Instinkt, wie der geheimnisvolle Trieb des Zugvogels in ein fernes, unbekanntes Land; der dem Menschen angeborene Instinkt zum Erkennen der Wahrheit.

Ursprünglich ererbt, wird dieser Forschungstrieb genährt durch das Lernen von unseren Vorgängern. Die Kritik ihrer Schritte, die Prüfung der Tragfähigkeit jener Brücken, die sie über Klüfte und Abgründe schlugen, in die uns einzudringen verwehrt bleibt, zeigt uns Wege und Stützen zur Förderung des eigenen Vordringens. Doch die bloße Kritik, mag sie beifällig sein oder ablehnend, bringt uns noch nicht von der Stelle.

Tausende und abertausende fleißiger Arbeiter sind geschäftig in der Ermittelung von Thatsachen, und mit gerechtfertigtem Stolze blicken wir auf das sichere Fortschreiten unseres Wissens. Aber keiner unter uns vermag sich bei diesem langsamen Abbau von Einzelkenntnissen

Digitized by Google

völlig zu beruhigen. Dafür sind wir zu ungeduldig, zu sehr bis in die Tiefe unseres Wesens erregt durch das, was wir sahen; wir möchten mehr wissen, als die gewonnenen Brocken, und wären es Edelsteine, uns zeigen; wir möchten heute schon hinter den Vorhang blicken, der das meiste noch verbirgt; und die Phantasie steht bereit, ihre Schwingen zu leihen zu luftigem Fluge durch das vor uns liegende Dunkel. Doch nicht nur Flügel bietet uns die hülfsbereite; sie zündet auch Fackeln an, bald helle, bald trübere, die uns oft grosse Dienste leisten, indem sie uns auf dem Pfade der Forschung voranleuchten; ich meine die Hypothesen. Die Hypothesen sind Lichter; wir haben uns nur zu hüten, dass sie nicht zu Irrlichtern werden.

Ohne Hypothesen keine Wissenschaft. Geben wir dies zu, so endet unser Suchen, unser Kampf um die Wahrheit, allerdings in Entsagung; in dem Verzicht auf die ganze, die objektive Wahrheit. Und so steht es in der That. Im Suchen nach Wahrheit tasten wir aus dem Tageslichte der Gewissheit fortwährend durch alle Abstufungen des Helldunkels bis in die tiefen Schatten hinein, welche das uns Unzugängliche verhüllen. Dies Thun ist menschlich, darum dürfen wir es nicht tadeln; denn wir sind keine Götter.

Wahr dürfen wir nur dasjenige nennen, was jedem mit Notwendigkeit so erscheinen muss, wie es uns erscheint; z. B. das Fallgesetz, die Kugelgestalt der Erde, die Mitose des Zellkerns. Doch von solchen Wahrheiten sind vielleicht nur die mathematisch beweisbaren absolut gültig; die übrigen gelten lediglich unter gewissen Voraussetzungen. In den meisten Fällen hat es die Wissenschaft mit bedingten Wahrheiten zu thun; doch werden wir immer danach trachten, die Zahl der Voraussetzungen, von denen sie abhängen, auf ein Minimum zu beschränken.

Aber auch jene greifbaren Wahrheiten, welche die Detailforschung zu Tage fördert, verknüpfen wir durch Hypothesen, wir mögen wollen oder nicht. Das liegt uns im Blute. Ganz unwillkürlich verweben wir in der Wissenschaft Wahrheit und Dichtung mit einander; nur ein krasser Dogmatismus kann dies verkennen. Keiner wissenschaftlichen Technik wird es gelingen, sich von Dichtung ganz frei zu halten, wollen wir nicht auf jede perspektivische Vorstellung verzichten. Wir können es nicht lassen, den Aether, die Atome, die Phylogenie der Organismen in den Schatz der Wissenschaft hineinzudichten; ja, eine hypothesenfreie Wissenschaft müsste so trocken und langweilig sein, dass sie kaum zu fesseln und anzulocken vermöchte. Darum sind Wissenschaft und Dichtung keineswegs einander ausschliessende Gegensätze; die Wahrheit kann sich auch in ein dichterisches Gewand kleiden.

Unsere Aufgabe besteht darin, der Phantasie Zügel anzulegen, um mit einem Minimum von Hypothesen auszukommen. Meistens stehen ja in der Wissenschaft verschiedene Hypothesen einander gegenüber,

Digitized by Google

und man muss zufrieden sein, wenn zugestanden wird: so wie die eine Hypothese es ausdrückt, könnte sich die Sache wohl verhalten; dadurch ist natürlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie sich anders verhält. Weiter vermag menschliche Weisheit es selten zu bringen.

In den Einzelstudien, die wir lange Jahre hindurch fortsetzten, macht wohl jeder von uns einen Prozess geistiger Gährung durch, der zuletzt in einer gewissen Abklärung der Anschauungen endigt. Anfangs ist man geneigt, in seinen perspektivischen Ansichten, wie ich es nennen möchte, sich anderen anzuschließen, die man für Autoritäten hält; dann kommen die Zweifel, die den Autoritätsglauben durchlöchern. Doch die Negation ist zu unbefriedigend; durch gesteigertes Nachdenken sucht man die entstandenen Lücken zu füllen. So gelangt man zu dem, was man eigene Weltanschauung nennt; und bildet dieselbe ein geschlossenes System, so prüft man ihre Richtigkeit und Tragweite an den Einzelheiten. Durch unermüdliches Feilen und Bessern erreicht man eine Ansicht mit einem Minimum der Widersprüche; wenn auch nur für den Bereich des eigenen Innern.

Manche halten solche Ansichten für ein Heiligtum, das sie sorgfältig verbergen. Ich bin der Meinung, dass dies nicht richtig ist. Dadurch kommen wir, kommt die Menschheit im Erkennen nicht weiter. Ich glaube, dass nur durch offenes Aussprechen und unbefangene Diskussion die großen Probleme, die Welträtsel, wie man sie den kleinen, den zweifellos lösbaren Problemen gegenüber genannt hat, in das rechte Licht gerückt werden, und dass nur dadurch die Möglichkeit einer künftigen Lösung angebahnt werden kann. Warum sollte nicht doch einmal eine Zeit kommen, in der unsere Ansichten über das eine oder das andere jener Welträtsel nicht mehr auseinander gehen werden?

Während der Arbeiten, die mich im Laufe der Jahre auf die verschiedensten Gebiete der Morphologie und Physiologie geführt haben, hat das Rätsel der Organisation und des Lebens an sich, welches in allen, in den höchsten wie den niedersten Organismen uns entgegentritt, mich stets auf das Lebhafteste beschäftigt. Manche Gedanken darüber sind in meinen monographischen Abhandlungen ausgesprochen; andere habe ich in einem soeben erschienenen Buche entwickelt[1]). Auf nachstehenden Blättern will ich versuchen, die Vorstellungen, welche ich mir vom Wesen der Organisation gebildet habe, auch den Lesern dieser Zeitschrift in Kürze darzulegen.

II.

Unter Organisation versteht die Sprache die eigentümliche Struktur der Organismen, von der das Leben abhängt. Das Leben äußert sich

1) Die Welt als That. Umrisse einer Weltansicht auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Berlin, Gebrüder Paetel, 1899.

Digitized by Google

in einer Schar von verwickelten Bewegungen; die Analyse dieser Bewegungen wie der Struktur des materiellen Systems, an dem sie ablaufen, ist das Ziel der Physiologie. Insofern entspricht das physiologische Problem dem Problem der Mechanik, als auch letztere Wissenschaft ihre Aufgabe für gelöst ansieht, sobald es ihr gelang, an einem von ihr gewählten, meist möglichst einfachen materiellen Systeme Struktur und Bewegung festzustellen und zu beschreiben.

Meine Aufgabe besteht demnach in einer Bestimmung der fundamentalen Eigenschaften der Organismen, die das Leben bedingen. Es ist hierfür nicht ganz gleichgültig, dass die Sprache das Wort Organisation auf menschliche Einrichtungen verschiedenster Art überträgt, wobei auch die Begriffe der Desorganisation und der Reorganisation gebildet werden. In dieser sprachlichen Verwendung des Wortes gelangt eine beachtenswerte Analogie zum Ausdruck.

Wenn das Wesen der Organisation in Frage kommt, muss es sich um Eigenschaften handeln, die sowohl für den Säugetierkörper und den Eichbaum, wie für das Myxomycetenplasmodium und die schwärmende Flagellatenzelle Geltung besitzen. Wir müssen versuchen, das in allen besonderen Organisationen steckende Unbekannte durch Vergleich und Nachweis von Analogieen auf besser bekanntes und uns geläufiges zurückzuführen. Giebt es doch für uns keine andere Methode der Erklärung.

Ich nehme zum Ausgang einen Satz, den ich vor Jahren habe drucken lassen; derselbe lautet:

„Ich habe durch Versuche die Ueberzeugung gewonnen, dass ein im lebenden Zustande im Mörser zerriebenes Plasmodium eben so wenig Protoplasma ist, wie eine zu feinem Pulver zerstossene Taschenuhr noch eine Taschenuhr sein würde[1])."

Später hat man diesen Gedanken mir nachgesprochen, ohne mich zu nennen; das letztere ist mir gleichgültig, nur auf die Anerkennung der Richtigkeit meiner Auffassung lege ich Wert. Denn sobald man diese Richtigkeit zugiebt, stürzen damit zwei bekannte Theorieen der Organisation wie Kartenhäuser zusammen: die chemische Theorie, welche glaubte, dass gewisse „organische", d. h. Kohlenstoff-Verbindungen ausreichten, um das Dasein eines Organismus zu begründen; und Nägeli's Theorie von der quellbaren oder Micellarstruktur, die das Wesen der Organisation ausmachen sollte, und wonach organisirte und nicht organisirte Gebilde geschieden wurden.

Wie oft hat man es lesen müssen, dass durch Wöhler's Synthese des Harnstoffs die Brücke vom Reiche des unorganischen zum organischen, d. h. zum Belebten, geschlagen worden sei. Nichts konnte verkehrter sein, als diese Anschauung. Es wurde durch jene folgenreiche Entdeckung der Anfang gemacht zur künstlichen Herstellung derjenigen

1) Studien über das Protoplasma. Berlin 1881; Vorwort S. VII.

Digitized by Google

Verbindungen, welche der Lebensprozess der Tiere und Pflanzen hervorbringt, und aus denen die lebenden Zellen gebildet sind. Doch wollten wir diese Verbindungen in dem Mengenverhältnis, wie sie in einer Zelle sich finden, abwägen und durch einander mischen, es würde sowenig eine Zelle daraus entstehen, wie sich aus einem abgewogenen Quantum Glas und Messing ein Mikroskop bilden würde. Phosphorproteine[1]), Eiweisstoffe, Kohlenhydrate, Fette, Lecithin, Cholesterin u. s. w. bilden wohl das für den Aufbau einer Zelle unerläßliche Material; allein diese Stoffe besitzen an sich so wenig die Tendenz, eine Zelle zu bilden, wie dem Messing und dem Glase die Tendenz inne wohnt, ein Mikroskop zu erzeugen, oder der drei und der fünf die Tendenz inne wohnt, sich zur acht zu summiren.

Wenn im zerriebenen Plasmodium alle Lebensfunktionen aufhörten, so sind doch die chemischen Bestandteile des Protoplasma noch sämtlich darin vorhanden; soweit sie quellbar waren, haben sie auch die Quellbarkeit nicht verloren; aber zum Wesen des Organismus gehören Chemismus und quellbare Struktur nur soweit, wie Messing und Glas zum Wesen des Mikroskopes gehören.

Wenn somit die materielle Grundlage zur Erklärung der Organisation nicht ausreicht, wird nichts anderes übrig bleiben, als eine dynamische Erklärung an die Stelle der materiellen zu setzen. Nur in der Fähigkeit zu gewissen dynamischen Leistungen haben wir das Wesen der Organisation zu erblicken, und diese Fähigkeit kann nur geknüpft sein an eine Configuration der Substanz, die sich mit einem Worte als Maschinenstruktur bezeichnen läßt. Die Zelle ist eine Kraftmaschine, denn sie nimmt Energie ein und verausgabt sie in anderer Form; hier liegen die Wurzeln des Geheimnisses der Organisation.

Die Maschinenarbeit der Zelle muss an eine Maschinenstruktur geknüpft sein. Freilich ist hierbei der Begriff Maschine etwas weiter zu fassen, als der Sprachgebrauch es gewöhnlich thut: ein chemischer Apparat, der Substanzen umwandelt, oder eine Fabrik würden in meinem Sinne als Maschinen zu gelten haben. Schon innerhalb einer Zelle können verschiedene solcher Apparate und Fabrikleistungen vorkommen; ich denke aber, man wird mich verstehen, ohne dass ich auf weitläufige Auseinandersetzungen eingehe.

III.

Jede lebendige Zelle verzehrt potentielle Energie, die ihr als Kohlenhydrat und Eiweiß gereicht wird, und setzt sie um in Bewegungsenergie. In den Chromatophoren der Pflanzenzellen dagegen sind Apparate gegeben, um unter Benutzung fremder Bewegungsenergie, die von der Sonne ihnen zustrahlt, die Kohlenhydrate zu erzeugen, welche den eigentlich fundamentalen Lebensvorgang fristen; ohne

1) Ich verstehe darunter das Plastin und das Nuclein.

Digitized by Google

jenen energetischen Prozeß des Assimilation könnte die Organismenwelt nicht bestehen, weil sie sonst ein perpetuum mobile wäre, dessen Möglichkeit mit dem Erhaltungsgesetze unvereinbar ist.

Die Hauptfrage, die wir stellen müssen, ist die: reichen die erwähnten (oder andere) energetischen Prozesse aus, um das Leben verständlich zu machen? Läßt sich aus energetischen Vorgängen auch die Struktur der Zellen ableiten, welche das Wesen der Organisation ausmacht?

Für die Beantwortung dieser Frage ist entscheidend, wieweit die Analogie zwischen Zellen und Maschinen reicht. Ich glaube, dass sie eine recht weitgehende ist.

Machen wir diese weitgehende Analogie einmal zur Voraussetzung, so fragt sich zunächst: Ist die Energetik ausreichend zur Erklärung der Thätigkeit einer Maschine, z. B. einer Lokomotive, einer Taschenuhr, einer Drehorgel?

Die Antwort auf solche Frage lautet unbedingt: nein. Die dynamischen Vorgänge, welche uns in der Maschinenleistung entgegentreten, beruhen nicht blos auf Energieen, sondern auch auf Kräften, welche die Energieen lenken und sie zwingen, bestimmte Richtungen und Bahnen einzuschlagen. Diese Kräfte nenne ich im Gegensatz zu den Energieen Dominanten.

Weil die Dominanten keine Energieen sind, so folgt daraus, dass sie auch dem Gesetze der Erhaltung nicht unterworfen zu sein brauchen.

Gewöhnlich tritt bei den Maschinen das Verhältnis zwischen Energie und Dominanten klar hervor. In die Taschenuhr führen wir Energie ein durch Zusammendrücken einer Stahlfeder, deren Elastizität sich in Bewegung der Räder und Triebe umsetzt; aber nur unter dem Einflusse der Dominanten vermag jene Drehung der Räder uns die Sekunden, Minuten und Stunden des Tages anzuzeigen. Die Lokomotive speisen wir mit der Spannungsenergie der Steinkohle, sie setzt sich in Wärme und weiter in Elastizität des Dampfes um, die das Schwungrad treibt; auch für diese Lenkung der Umwandlungen der Energie wie für die besonderen Arbeitsleistungen der Lokomotive sind Dominanten verantwortlich. Es sind Oberkräfte, denen die Energie sich widerstandslos fügt.

Der Begriff der Kraft ist der Muskelarbeit unseres Körpers entnommen. Er ward einerseits auf die leblose Welt übertragen als Schwerkraft, Wasserkraft, Dampfkraft, elektrische Kraft; andrerseits auf das geistige Gebiet, wo man von Willenskraft und Verstandeskraft spricht. Die genauere Analyse aller dieser Begriffe führt zu einer Einteilung der Kräfte in zwei Gruppen: in geistige oder intelligente Kräfte und in materielle Kräfte oder Energieen. Auch die Materie kann man dem Energiebegriff unterordnen, seitdem Ampère das Atom als ein Kraftcentrum definirt hat, und durch Ostwald ist dies neuer-

Digitized by Google

dings in nachdrücklicher Weise geschehen. Energie und Intelligenz aber sind heterogener Art, sie vermögen wohl einander zu beeinflussen und sich wechselseitig zu erregen, doch ihrem Wesen nach bleiben sie geschieden.

Suchen wir in diesem System der Kräfte nach einem Platz für die Dominanten der Maschinen, so wurde schon hervorgehoben, dass sie den Energieen nicht beigezählt werden dürfen, sondern einen Gegensatz zu denselben bilden. Es bleibt daher nur übrig, sie zu den intelligenten Kräften zu rechnen. In der That wird man zugeben, dass eine Maschine, welche Stahlfedern hervorbringt, dadurch nicht nur eine in Grammcentimetern zu messende energetische, sondern auch eine intelligente Arbeitsleistung vollbringt, wie die Uhr, welche den Zeitverlauf anzeigt, oder der Telegraph, wenn er Worte und Gedanken in die Ferne befördert. Es ist eine immanente Intelligenz, welche jede Maschine, die einfachste und die komplizirteste, wie eine Seele bewohnt, und durch deren Thätigkeit die Energieen erst gezwungen werden, diejenigen Arbeiten zu verrichten, die dem Zwecke der Maschine entsprechen.

Bei den Maschinen können wir auch deutlich erkennen, worin die Dominanten bestehen, und wie sie auf die ihnen unterworfenen Energieen einwirken.

Die Dominanten beruhen auf der Configuration der Teile der Maschine, die in zweckmäßiger Weise in einander greifen, um bestimmte Verrichtungen auszuführen. Das gilt sogut von einer Spiritusfabrik, in welche Kartoffeln hineingebracht werden, während an einer anderen Stelle sich Fäßer mit Alkohol füllen, wie von der Mühle, die Getreide zerkleinert und dem Gasmotor, der eine Dynamomaschine treibt. In der zweckmäßigen Configuration der Teile steckt die Seele des Apparats. Da diese Struktur uns bekannt oder doch leicht erkennbar ist, so wissen wir auch, wie die Dominanten auf die Energie einwirken, die als Betriebskraft des Apparates dient, und wie sie dieselbe sich dienstbar machen. Indem die Dominanten der Energie die Richtung vorschreiben, wirken sie als unbewusste Intelligenz, deren unmittelbarer Ausdruck in der Struktur des Apparates sich zu erkennen giebt. Woher diese unbewusste Intelligenz stammt, woher sie den Maschinen eingehaucht wurde, braucht nicht erörtert zu werden, weil dies jedermann weiß.

Es erübrigt noch, zwei Umstände hervorzuheben.

Während in einer arbeitenden Maschine, einer Uhr, einem Webstuhl u. s. w. fortwährend Energie verzehrt wird, und die Bewegung zum Stillstande gelangen muss, sobald die Speisung der Maschine mit Energie von außen her wegfällt, findet kein Verbrauch, keine Verminderung der Dominanten statt; sie brauchen in ihrer Thätigkeit keinen Ersatz, keine Ernährung; erst wenn man den Apparat zerschlägt und zerstampft, vernichtet man auch die Dominanten, und

Digitized by Google

zwar so, dass sie in nichts dahinschwinden, ohne eine Umwandlung in irgend ein Aequivalent zu erfahren.

Sodann kommt in Betracht, dass es in einer zusammengesetzten Maschine Dominanten verschiedener Ordnung gibt. Bei der Taschenuhr wurde der Dominanten des Stunden-, Minuten- und Sekundenzeigers schon gedacht; aber jedes Rad, jede Welle dient einer zweckmäßigen Verrichtung innerhalb des Ganzen und ist daher von einer Dominante beseelt; man könnte die Dominanten letzter Ordnung Differenzial-Dominanten nennen, die Hauptdominante aber, die in der Wirksamkeit des ganzen Apparates sich äußert, als Integraldominante bezeichnen. Dazwischen finden sich die verschiedensten Bindeglieder.

Thun wir jetzt den Schritt vom Bekannten zum Unbekannten, von der Maschine zum Organismus.

IV.

Die Funktionen der Organismen erscheinen uns als notwendige Folge ihrer Organisation. In ihr gelangen neben den zur Erhaltung des Lebens unerläßlichen Energieen Kräfte zum Ausdruck, die sich nur mit den Dominanten der Maschinen vergleichen lassen; ich glaube, dass diese Kräfte jenen Dominanten analog sind, dass ihre Wirkung auf die Energieen die gleiche ist hier wie dort, und dass wir sie daher auch bei den Organismen Dominanten nennen dürfen.

Geben wir zu, dass in den Organismen ein analoges Verhältnis besteht zwischen Dominanten und Energieen wie in den Maschinen, so wird unabweislich nahe gelegt, dass auch in den Organismen die Dominanten auf gleiche Weise zu Stande kommen, wie in den Maschinen, nämlich durch eine eigentümliche chemisch-technische Configuration des körperlichen Systems; damit gelangen wir wieder zur Erklärung der Organisation als Maschinenstruktur.

Wenn eine Zelle mit Kohlenhydrat gespeist wird und atmet, so verzehrt sie Spannungs-Energie um sie als Bewegungs-Energie wieder zu verausgaben. Das kann nur geschehen unter dem Einfluss von Dominanten, die im Protoplasma ihren Sitz haben, und als solche jene Umsetzung der Energieen leiten. Wenn ein grünes Blatt die Strahlungs-Energie der Sonne auffängt und in der Form verbrennlicher Kohlenstoff-Verbindungen speichert, so sind in seinen Zellen, in der Configuration der lebenden Chromatophoren, Dominanten gegeben, ohne welche dieser Energiewechsel so wenig möglich wäre, wie die Synthese eines Kohlenhydrats im Laboratorium ohne die eingreifende Thätigkeit eines Chemikers.

Das Pepsin und die Salzsäure können nur unter dem Einflusse von Dominanten durch die Drüsen der Magenwand abgesondert werden; insbesondere ist es die Sicherheit des Eintretens solcher chemischen Arbeit, welche darauf hinweist, dass nur durch Dominanten die betreffenden chemichen Energieen in so feste Bahnen geleitet werden

Digitized by Google

können. Jeder Pflanzenstoff, der immer wieder in den Geweben einer Spezies hervorgebracht wird, die Alkaloide des Mohns, der Chinarinde, des Schierlings u. s. w. können nur durch Dominanten erzeugt werden, welche die chemischen Energieen beherrschen; und wenn eine Pflanze nur an einer bestimmten Stelle der Blume und nur während der wenigen Stunden, wo es nützt, Honig aussondert, so haben wir auch darin das Werk von Dominanten zu erblicken. Weil in den Pflanzen und Tieren die Dominanten auf einer zweckmäßigen Struktur beruhen und selbst zweckmäßig wirken, so giebt sich auch darin eine weitere Analogie mit den Maschinen zu erkennen.

Auch die Instinkte der Tiere gehören zu den Dominanten. Wenn eine Spinne ihr Netz, ein Vogel sein Nest, eine Wespe ihre Kaserne baut genau in der durch den Artcharakter vorgezeichneten Weise, so leisten sie Arbeiten, welche denen der Maschinen verglichen werden können. Die Energie der Muskeln wird zu kunstfertig scheinenden Leistungen gezwungen; und doch hat das Tier diese Leistungen nicht gelernt, sondern von den Vorfahren ererbt.

Somit wird die Annahme von Dominanten für Organismen so unumgänglich notwendig wie für Maschinen. Durch das Vorhandensein von Dominanten, durch eine Dominantenstruktur unterscheidet sich auch der einfachste Organismus von einer Chemose, wie ich eine Verbindung oder ein Gemenge von Verbindungen nennen möchte, in denen lediglich chemische Energieen walten. Nun und nimmer darf daher der Organismus unter die Chemosen eingereiht werden.

Neben den an obigen Beispielen erläuterten chemischen und mechanischen Arbeits-Dominanten finden sich aber in den Organismen auch Gestaltungs-Dominanten, und durch diese ragen sie hoch über die Maschinen hinaus; an den Gestaltungs-Dominanten liegt es, dass sich die Begriffe der Organismen und der Maschinen nicht decken.

Wenn das Stoffgemisch, aus dem eine Pflanze sich aufbaut, an einer bestimmten Stelle eine Wurzel hervorbringt, an einer anderen ein Laubblatt, an noch anderen Blumenkronen, Pollenkörner, Samenknospen u. s. w., so kann dies nur auf der Thätigkeit von Dominanten beruhen, durch welche die chemischen Energieen genötigt werden, ganz bestimmte Gestalten hervorzubringen. Wenn im Kiefer des Säugetiers Zähne hervorwachsen zu bestimmter Zeit und jeder von bestimmter, dem Orte seiner Entstehung angemessener Gestalt, so wird dies durch Dominanten veranlasst, die einerseits die Abscheidung des für den Zahnbau erforderlichen chemischen Materials veranlassen, andrerseits dies Material zwingen, sich zu einer vorgeschriebenen Gestalt zu ordnen. Alle Organe, alle Strukturen des Tier- und Pflanzenkörpers müssen auf die Thätigkeit solcher Dominanten zurückgeführt werden; eine Häufung von Beispielen ist wohl nicht nötig, um diesen Gedanken zu erläutern. Nur sei hervorgehoben, dass in der Natur die Begriffe der

Digitized by Google

Arbeits- und der Gestaltungsdominanten nicht so scharf gesondert erscheinen, wie sie hier klassifikatorisch getrennt wurden.

In wachsenden Pflanzenteilen, z. B. in sich entwickelnden Blüten, müssen die Stoffteilchen durch die Dominanten geschoben werden, wie Billardkugeln, und die Zellen sich unter ihrem Einflusse aneinanderreihen, wie die Ziegel unter der Hand des Maurers. Aus dem Chaos der Chemosen gestaltet sich fortschreitend die organisirte Struktur und das ganze Organ. Ich bringe diesen Aufsatz mittels einer Schreibmaschine zu Papier, und die Thätigkeit dieser Maschine erscheint mir — cum grano salis — als Modell jener Vorgänge des Wachstums. Alle Energie wird der Maschine durch meine Handmuskeln zugeführt. Die Buchstaben entstehen einzeln und ordnungslos durch den Druck meiner Fingerspitzen auf die Tasten; sie sind den in der Pflanze neu gebildeten Chemosen vergleichbar. Würde die Maschine die Buchstaben an der Stelle drucken, wo die Hand sie anschlug, es gäbe ein Chaos neben und über einander fallender Lettern ohne irgend welchen Sinn. Statt dessen sind in der Maschine viele sinnreich in einander greifende Dominanten geschäftig, die Buchstaben in einem ganz anderen Teile der Maschine auf das Papier zu drucken; hier ordnen sie sich zu Worten, wie ich sie im Sinn hatte, es reiht sich Zeile an Zeile, es wächst ein Blatt Manuskript nach dem andern hervor. So werden die in den grünen Blättern der Pflanze erzeugten Baustoffe den Vegetationspunkten zugeführt und dort zum Aufbau der Organe verwendet. In den chemischen Eigenschaften der Stoffe liegt nicht der geringste Anlass zu solcher Organisation; Dominanten sind es, welche dieselbe bewirken.

Während die Gestaltungs-Dominanten den Maschinen fehlen, besteht noch ein weiterer Unterschied darin, dass wir bei den Maschinen diejenige Struktur sehen können, von welcher die Dominanten abhängen, dass wir sie aber bei den Organismen nur zu erschließen vermögen, weil sie jenseit der Grenzen auch des mikroskopisch erkennbaren liegt. Dennoch ist keinen Augenblick an der Maschinenstruktur der Substanz zu zweifeln, die wir organisirt nennen; ein Stärkekorn und ein Stück vegetabilischer Zellwand besitzen dann allerdings keine Organisation, sie sind lediglich quellbar.

Wenn ich die Dominanten der Maschinen als Ausdruck einer, den letzteren eingepflanzten Intelligenz bezeichnete, so dürfen wir nunmehr der Frage nicht ausweichen, ob auch die Dominanten der Tiere und Pflanzen auf eine den Organismen innewohnende, unbewusste Intelligenz hinweisen. Ich glaube, diese Frage zweifellos bejahen zu sollen.

Das Wort Dominante ist das sprachliche Symbol für einen auf diesen Blättern von mir entwickelten Begriff. Dieser Begriff ist durch Abstraktion von Thatsachen gewonnen, die auf die Wirksamkeit

Digitized by Google

intelligenter Kräfte neben Energieen in Maschinen und Organismen hinweisen. Dass die Intelligenz der Dominanten eine unbewusste ist, versteht sich von selbst, ihre Thätigkeit können wir der unbewussten Muskelarbeit der Atmung, des Herzens und des Darms vergleichen. In den genannten Organen gelangen auch Dominanten zum Ausdruck, wie in allen übrigen Werkzeugen des Tierkörpers, unter denen das Auge stets ein bevorzugtes Paradigma bleiben wird.

Das merkwürdigste Organ ist aber das Gehirn. In seinen Dominanten erzeugt sich der höchste Grad von Intelligenz, den Organismen hervorbringen, und der mit Bewusstsein gepaart ist. Diese bewusste Intelligenz wird ja schlechtweg als menschliche Intelligenz bezeichnet.

Die unbewusste Intelligenz, die in der Bildung und den Verrichtungen aller Organe des Tier- und Pflanzenkörpers sich äußert, arbeitet im Dunkeln, sich selbst unerkennbar; die bewußte Intelligenz des Gehirns, die Vernunft, sieht sich selbst im Lichte des Tages. Sie ist der Gipfel, die höchste Blüte der durch die Welt der lebendigen Wesen sich hindurch ziehenden Intelligenz. Auch die Vernunft ist abhängig von energetischen Vorgängen im Hirn und von dessen materieller Konfiguration, wie die kunstfertige Leistung einer Maschine von dem Zusammenstimmen ihrer Teile und von deren Bewegung.

Für die intelligenten Kräfte der Organismen ist charakteristisch, dass sie auf die Energieen einzuwirken vermögen; doch das wie? dieser Einwirkung ist unserer Kenntnis und unserer Vorstellung entzogen. Wir wissen nicht, wie die kleinste Gestaltungsdominante die Stoffbewegungen lenkt; wir wissen aber auch nicht, wie unser Wille auf einen Nerv oder Muskel einwirkt und ihn in Bewegung setzt[1]).

---

1) Ich benutze die Gelegenheit zu der Bemerkung, dass ich für meine Person mich ablehnend verhalte gegen die Kant-Schopenhauer'sche Erkenntnislehre, unbeschadet der darin enthaltenen richtigen Elemente, die aber nach meiner Ueberzeugung unrichtig angewendet und kombiniert werden. Ich halte unser Gehirn für einen dem richtigen Erkennen der Dinge an sich angepassten Apparat, wie die Flossen dem Schwimmen, die Flügel dem Fliegen, die Augen dem Sehen richtig angepasst sind; doch reicht dies Erkennen über gewisse Grenzen nicht hinaus. Ich bin überzeugt, dass auch zwischen den Dingen an sich ein Kausalverhältnis besteht, das nicht verschwinden würde, wenn die Menschheit ausstürbe. Ich glaube auch nicht an die bloße Subjektivität von Zeit und Raum. Ich glaube nicht, dass mein Leben, dass die Weltgeschichte ein ausdehnungsloser Punkt sei, und ebensowenig glaube ich dies von Deutschland, dem Erdball, dem Sonnensystem; ich glaube nicht, dass wir von uns aus in diese Zeit- und Raumpunkte erst die Ausdehnung hineintragen, was doch dasselbe ist, als wenn man sagt, wir tragen den Zeitbegriff und den Raumbegriff erst in die Welt hinein. Wohl ist es mit Schwierigkeit verbunden, den Raum zu definieren; dafür durchmessen wir ihn fortwährend in der Praxis des Lebens. Ich bin viel eher der Meinung, dass wir einst dahin kommen werden, neben dem mathematischen Raume auch einen physikalischen Raum

Die Intelligenz in der weiten Ausdehnung, die ich diesem Begriffe hier gab, ist eine Kraft, die im Gegensatz steht zur materiellen Kraft oder Energie. Sofern sie in den Dominanten der Organismen hervortritt, möchte ich dazu ausdrücklich bemerken, dass diese Dominanten durchaus nichts zu thun haben mit der alten und auch nach meiner Ansicht beseitigten Hypothese einer Lebenskraft; schon darum nicht, weil die Dominanten keine Hypothese sind, sondern eine Abstraktion von den Erscheinungen, dann aber auch, weil sie in leblosen Maschinen sich finden.

V.

In den Organismen bestehen Wechselbeziehungen zwischen Energieen und Dominanten. Wenn einerseits die Dominanten auf die Energieen einwirken, sie beugen und zwingen, so sind andererseits die Dominanten auch wieder abhängig von den Energieen, wie jeder Vorgesetzte von seinen Untergebenen abhängig ist.

Dies zeigt sich u. a. in der Abhängigkeit der Pflanzengestalt von äußeren Einflüssen, unter denen besonders das Klima genannt sein möge. Aber schon in der Entwickelung jeder Pflanze aus dem Keime tritt solche Abhängigkeit deutlich hervor.

Im reifen, trockenen Samenkorn z. B. einer Sonnenblume schlummern die Dominanten wie in einer ungeheizten Lokomotive oder in einer nicht aufgezogenen Uhr. Senken wir den Samen in feuchtes Erdreich und sättigen ihn dadurch mit Wasser, so leiten wir durch die Wasserzufuhr in seinen Geweben den Umsatz von potentieller in kinetische Energie ein und rufen sowohl Arbeits- wie Gestaltungsdominanten in Thätigkeit. Nennen wir die Configuration, von der die Dominanten der ersten Phase der Keimung abhängen, A, so erzeugen im beginnenden Wachstumsprozesse die Dominanten der Configuration A eine Configuration B und mit dieser neue Dominanten, die weiter eine Configuration C und durch diese bedingte Dominanten hervorbringen. Es entstehen mit jedem Entwickelungsschritte neue Differenzial-Dominanten, die abhängen von den Dominanten der voraufgegangenen Phase, zugleich aber auch von der ursprünglich im Samenkorn gespeicherten Energie und von der Energie, die der wachsenden Pflanze von außen her zufließt. Die Reihenfolge der entstehenden Dominanten ist eine konstante in jedem Individuum der gleichen Art und wiederholt sich mit jeder neuen Generation. Sistirt man die Zufuhr von Energie, so kann man die Thätigkeit der Dominanten dadurch hemmen; erneuert man sie, so löst man die vorhandenen und die Bildung neuer Dominanten wieder aus. Im Gesamteffekt des Wachstums bleiben die Dominanten der Energie stets übergeordnet, und in keinem Falle ver-

anzuerkennen, wie wir mathematische und physikalische Körper unterscheiden; dass jener physikalische Raum vielleicht identisch ist mit dem, was wir Aether nennen, und dass die Energie in Bewegungszuständen der Raumelemente besteht.

Digitized by Google

mögen die Energieen allein maßgebend zu werden für die Gestaltung eines Pflanzenteils. Hat es den Anschein, dass Licht, Wärme, Feuchtigkeit oder Nährstoffe eine Pflanzenform abändern, so wirken jene Energieen unmittelbar immer nur auf die Dominanten und bringen erst mittelbar durch deren Einfluss auf das Baumaterial der Zellen ihre abändernde Wirkung zur Geltung. Nur im Zusammenwirken von Dominanten und Energieen vermag sich die Pflanze zu bilden; auf ihm beruht das Wesen und die Ausbildung ihrer Organisation.

In zahlreichen Anpassungen an die Außenwelt geben sich diese Wechselbeziehungen zu erkennen. Wenn die Gestalt der Gewächse in ausgesprochener Deutlichkeit von der Schwerkraft abhängt, so wirkte die Schwerkraft auf die Pflanze nicht wie auf ein Pendel oder einen fallenden Stein, sondern sie beeinflusste die Dominanten und ward damit zum Reiz, der die besondere Stellung zur Lothlinie auslöste, die in den einzelnen Organen eine verschiedene ist. Die Dominante der Hauptwurzel verhält sich der Schwerkraft gegenüber anders, als die Dominanten der Seitenwurzeln; schneidet man die Spitze der Hauptwurzel weg, so kann die Dominante der Hauptwurzel auf die nächste Seitenwurzel übergehen. Es ist dies ein Beispiel für die zahlreichen Fälle von Selbstregulirung, welche im Systeme der Dominanten einer Pflanze vorkommen, und die jenes wichtige Grundgesetz der Organisation zum Ausdrucke bringen, das Pflüger als Gesetz der teleologischen Mechanik bezeichnet hat. In der Pflanze fühlt gleichsam ein Teil, was in dem anderen vorgeht, was ihm not thut; schneiden wir einen bewurzelten Rosenstock zurück, so treiben die der Schnittfläche nahe gelegenen Knospen aus, die sich sonst nicht geregt haben würden; trennen wir ein Reis von einem Weidenbaume ab, so bildet es Wurzeln an der Schnittfläche, wenn diese in feuchtes Erdreich gesteckt wird. Alle diese Vorgänge lassen sich auf die Thätigkeit von Dominanten zurückführen und damit dynamisch erklären, ohne dass die Mitwirkung spezifischer Chemosen erforderlich würde; in den Zellen brauchen nur Proteinstoffe, Kohlenhydrate, Fette u. s. w. vorhanden zu sein.

Unter Reiz verstehe ich eine, unter den auf die Pflanze einwirkenden Energieen vor sich gehende Veränderung, welche Veränderungen im Innern des Organismus hervorbringt, sei es durch Erregung, sei es durch Hemmung von Bewegungsvorgängen. Diese Reizwirkung wird nur durch Vermittlung der Dominanten zu Stande kommen, deren Thätigkeit durch den energetischen Anstoß ausgelöst oder sistirt wird.

In analoger Weise kann ein mechanischer Anstoß auslösend oder hemmend auf die Thätigkeit der Dominanten einer Maschine einwirken. Wie in den Maschinen, so stehen auch in den Organismen die Dominanten in einer Art von Gleichgewicht zu einander, das ich in meinen Arbeiten als morphologisches Gleichgewicht bezeichnet habe.

Digitized by Google

Dies morphologische Gleichgewicht kann durch Eingriffe von Energieen nachweislich gestört und erschüttert werden. Dahin rechne ich z. B. die Deformierung der typischen Gestalt einer Pflanze infolge von Lichtmangel, das Hervorwachsen von Gallen aus Laubblättern, wenn die Gallwespe ihre Eier in die embryonalen Gewebe einer Knospe ablegte.

Das morphologische Gleichgewicht ist stabil geworden in ausgewachsenen Organen, z. B. in Laubblättern, während es höchst labil ist in den Eizellen und den Vegetationspunkten. Wenn ein Vegetationspunkt nach einander Laubblätter, Kelchblätter, Kronenblätter, Staubblätter, Fruchtblätter hervorbringt, so bedarf es nach meiner Auffassung dafür nicht der Erzeugung eines Laubblattstoffs, Kelchblattstoffs u. s. w. in der Pflanze, aus denen die betreffenden Organe sich formen, oder durch welche ihre Gestalt bestimmt wird, sondern es sind Aenderungen des morphologischen Gleichgewichts im Vegetationspunkte, die neue Dominanten hervorbringen, von denen die Produktion der einzelnen Blattypen abhängt. Ich halte die Annahme besonderer gestaltbildender Stoffe darum für überflüssig, weil man dann doch wieder Dominanten voraussetzen müsste, die jene Stoffe erzeugen. Die Chemosen allein würden das niemals zu Wege bringen können. Goebel, ein Anhänger der Stofftheorie, hat in voller Klarheit die Consequenzen jener Theorie gezogen in folgenden Worten[1]):

„Eine normale Ausbildung . . . . kann nur dann stattfinden, wenn alle Stoffbewegungen und Zellteilungen mit einer fast mathematischen Genauigkeit erfolgen. Wenn z. B. einige Molekülе solcher Substanzen, welche die Antherenbildung anregen, nur um ein Tausentelmillimeter rechts oder links vom Wege abirren oder sich auf ihrer Wanderung in den Blüthenvegetationspunkt verspäten oder verfrühen, so werden an einem Karpellblatt oder einem Blumenblatt Antherencharaktere teilweise auftreten".

Ich frage dazu: kann man sich die Erzeugung solcher Stoffe ohne Dominanten vorstellen? Kann man sich vorstellen, dass jene Stoffe ihren Weg finden, ohne dass ihnen die Richtung durch Dominanten vorgezeichnet wird? Ich meine daher, dass Dominanten zur Erklärung der Organbildung genügen; dass aber auch die Hypothese der organbildenden Stoffe die Thätigkeit von Dominanten unter allen Umständen voraussetzen muss.

In den tausenderlei Anpassungen der Pflanzen an die Außenwelt haben wir großenteils Reaktionen der Dominanten nach dem Prinzip der teleologischen Mechanik zu erblicken; die Anpassungsfähigkeit der Pflanze aber ist das vollendetste Beispiel für das Vermögen des Organismus zur Selbstregulirung seiner Lebensthätigkeit unter Ueberwindung störender und nachteiliger Einflüsse. (Schluss folgt.)

1) Organographie der Pflanzen, I. S. 174.

Digitized by Google

Das Plankton des Arendsees.

Von **Otto Zacharias** (Plön, Biolog. Station).

Der in der Altmark zwischen Salzwedel und Wittenberge befindliche Arendsee ist ein abflussloses, völlig isoliert gelegenes Süßwasserbecken von regelmäßig ovaler Gestalt und einer Flächengröße von 554 ha. Von diesem See wusste man in geologischer und geographischer Hinsicht bis vor Kurzem noch äußerst wenig. Erst durch die umfassenden, mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Lotungsarbeiten und Temperaturmessungen des Dr. W. Halbfass (Neuhaldensleben) sind wir näher mit den zahlreichen Eigentümlichkeiten jenes Beckens bekannt geworden[1]). Bemerkenswert ist zunächst seine bedeutende absolute Tiefe, welche 49,5 m beträgt. Von den Seen Norddeutschlands, deren Grundverhältnisse durch genaue Lotungen festgestellt sind, besitzen nur 6 eine noch ansehnlichere Tiefe als der Arendsee. Nämlich 1. der Schaalsee (2200 ha) im Lauenburgischen mit 70 m, 2. der Große Plöner See (3028 ha) mit 60,5 m, 3. der Lansker See (1110 ha) mit 57 m, der Lycksee (409 ha) mit 55 m, beide in Ostpreußen, 5. der Weitsee (1650 ha) in Westpreußen mit 55 und 6. der Rheinische See (1785 ha) in Masuren mit 51 m.

Die mittlere Tiefe des Arendsees beläuft sich auf 29,3 m. Hinsichtlich dieser wird er von keinem See Norddeutschlands erreicht, geschweige denn übertroffen. Von den Becken der baltischen Seen-Platte, die fast ausnahmslos unregelmäßig gestaltet und buchtenreich sind, unterscheidet sich der Arendsee sehr auffällig durch seine vollkommen ovale Form, welche verbürgtermaßen daher rührt, dass im Jahre 822 ein starker Einbruch (Erdfall) stattfand, welcher vertiefend und abrundend auf das ganze Bereich des Beckens einwirkte. 1685 ereignete sich ein zweiter, aber viel kleinerer Einsturz, der sich jedoch nur auf den südlichen Uferrand erstreckte.

Der Arendsee ist übrigens in Nordwestdeutschland von der Elbe bis zum Rhein der einzige See von größerer Tiefe. Nach den Forschungen von Dr. Halbfass dürfte seine Entstehung bis in die zweite Glacialzeit zurück zu datieren sein und mancherlei Umstände (so z. B. die in seiner unmittelbaren Nähe befindlichen Höhenzüge, die nur aus Haidesand bestehen) machen es wahrscheinlich, dass wir es im Arendsee mit einer Wasseransammlung fluviatilen Ursprungs zu thun haben, keinesfalls jedoch mit einer recenten derartigen Bildung, wie es beispielsweise die zahlreichen Havelseen sind. Der nächstgelegene See östlich vom Arendsee, auf der andern Seite der Elbe, ist der Schweriner See. Die Entfernung bis zu letzterem beträgt 80 km. Schon

1) W. Halbfass, Der Arendsee in der Altmark. Mitteil. des Vereins f. Erdkunde zu Halle a. S., 1896.

Digitized by Google

aus diesem Grunde ist es also nicht mehr angänglich, den Arendsee als ein Glied in der Kette von Diluvialseen aufzufassen, die sich von Ostholstein bis nach Königsberg hinzieht. Er ist vielmehr nach Genesis und Habitus als ein eigenartiges Seen-Individuum zu betrachten, dessen Besonderheit sich auch deutlich in seinen hydrobiologischen Verhältnissen wiederspiegelt.

Erfreulicher Weise kam ich durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. Halbfass in die Lage, das Plankton des Arendsees untersuchen zu können, indem der Genannte die Liebenswürdigkeit hatte, eine Anzahl von Horizontal- und Vertikalfängen nach meinen Angaben auszuführen und zu konservieren. Diese Fänge beziehen sich auf die Monate Mai und Juni des laufenden Jahres. Außerdem hatte Herr Privatier Rosenhauer zu Arendsee die Güte, mir auch noch mehrere im September 1896 aufgefischte Planktonproben zur Verfügung zu stellen; beiden Herren sage ich bei dieser Gelegenheit meinen verbindlichsten Dank für ihre Bemühungen.

Bei Durchmusterung des so erlangten Materials ergab sich Folgendes. Vor Allem erwies sich der Arendsee als sehr crustaceenreich. Die Krebsfauna war im Plankton quantitativ vorherrschend und bestand aus *Daphnia galeata* Sars, *Diaptomus gracilis* Sars und *Cyclops strenuus* Fischer (Mai-Juni). Die Daphnien haben ohne Schalenstachel eine Größe von 1,7 mm; der Stachel selbst ist 800 μ lang. Die Anzahl der Abdominalzähne beläuft sich auf 10—11. Die Körperlänge beträgt das $2^1/_2$- bis $3^1/_2$fache des zugespitzten, helmförmigen Kopfteils. Einzelne Exemplare besaßen ausgebildete Ephippien (Ephippien). Zwischen den typischen Individuen der *Daphnia galeata*, die in überwiegender Menge vorhanden waren, kam auch die Varietät mit abgerundetem Kopfe (var. *obtusifrons* Sars) ziemlich häufig vor.

Diaptomus gracilis ist (vom Stirnrande bis zum Ende der Furca gemessen) 1,2 mm groß. Männchen davon kamen zahlreich vor. Die Weibchen trugen ansehnliche Eiballen. An vielen Exemplaren dieses *Diaptomus* saß eine *Rhabdostyla*-Species mit einem Stiel von 40 μ Länge. Das Zooid allein war 32 μ lang und hatte einen Durchmesser von 24 μ. In ihrem Aussehen kommt diese Art nahezu mit dem marinen *Rhabdostylon sertularium* Kent[1]) überein.

Der *Cyclops strenuus*, der im Arendsee als unzweifelhafte Planktonspecies auftritt, ist von mittlerer Größe (1 mm lang).

In dem Material vom 15. Sept. 1896 waren die beiden hier genannten Copepoden gleichfalls in Menge gegenwärtig; dagegen fehlte *Daphnia galeata* damals gänzlich; aber anstatt ihrer war *Hyalodaphnia Kahlbergensis* Schoedl. zahlreich vertreten.

1) Vgl. S. Kent, Manual of the Infusoria, 1880—1882, Taf. XXXIV, Fig. 4.

Digitized by Google

Leptodora hyalina fand ich mehrfach, aber immer nur vereinzelt bei Durchsicht der aus dem Juni herstammenden Proben.

Von Rädertieren konstatierte ich folgende Arten: *Conochilus unicornis, Polyarthra platyptera, Notholca longispina, Anuraea aculeata, Anuraea cochlearis* und *Hudsonella pygmaea* — also lauter gewöhnliche und bekannte Planktonformen. Namentlich häufig waren *Conochilus, Notholca* und *Anuraea cochlearis.*

Die Protozoen erwiesen sich — mit Ausnahme von *Ceratium hirundinella* — als spärlich im Juni-Plankton anwesend. Ich sah nur wenige Büschel von *Dinobryon sertularia* und gelegentlich ein Exemplar von *Peridinium tabulatum*; die Ceratien hingegen waren zahlreich.

Was nun schließlich die pflanzlichen Bestandteile des Arendsee-Planktons anbelangt, so vermisste ich bei wiederholter Durchmusterung der Mai- und Junifänge vor Allem die eleganten Sternchen von *Asterionella* und die zierlichen Bänder von *Fragilaria crotonensis.* Von letzterer sah ich nur ein einziges Mal ein ganz kurzes Bandstück von 92 μ Breite. Dagegen war in den September-Fängen von 1896 die schlanke nadelförmige *Synedra delicatissima* häufig zu sehen. Ich maß einige Exemplare derselben und fand sie 350—380 μ lang.

Von schwebfähigen Desmidiaceen registrierte ich einige Male *Staurastrum gracile.* Recht oft begegnete mir dagegen ein sehr gestrecktes *Closterium* mit stark verschmälerten und etwas gekrümmten Enden. Die größten Exemplare davon erreichten 650 μ (einzelne sogar 750 μ) und waren dabei in ihrem Mittelteile 7 μ breit. Nach Ansicht des Bremer Algologen Herrn E. Lemmermann handelt es sich in dieser auffälligen Desmidiee um eine bisher nicht beobachtete Abart des *Closterium subpronum* West, welche fernerhin als var. *lacustre* bezeichnet werden soll. Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Lemmermann findet sich ganz dieselbe Form auch im Wakatipu, einem See Polynesiens, vor, aus welchem Planktonproben erst ganz neuerdings (durch den Bremer Zoologen Dr. Schauinsland) nach Europa gelangt sind. Außerdem kam in gleicher Häufigkeit auch der zu den Palmellaceen gehörige *Botryococcus Brauni* vor, welcher zusammen mit der vorher erwähnten Form dem pflanzlichen Plankton des Arendsees einen charakteristischen Zug verleiht. Somit können wir für dieses Wasserbecken auf Grund einer sorgfältigen Durchsicht von Oberflächen- und Tiefenfängen das Vorkommen der nachstehend verzeichneten Planktonspecies bekunden:

Algen.

Fragilaria crotonensis (A. M. Edw.) Kitt. (ganz vereinzelt).
Synedra delicatissima W. Sm.

Botryococcus Brauni Kütz.

Digitized by Google

Staurastrum gracile Ralfs.
Closterium subpronum West, n. var. *lacustre* Lemmermann.

Protozoen.
Dinobryon sertularia Ehrb., var. *divergens* Imh.
Peridinium tabulatum Ehrb.
Ceratium hirundinella O. F. M.

Rotatorien.
Conochilus unicornis Rousselet.
Polyarthra platyptera Ehrb.
Notholca longispina Kellicott.
Anuraea aculeata Ehrb.
Anuraea cochlearis Ehrb.
Hudsonella pygmaea (Calman).

Crustaceen.
Daphnia galeata Sars.
Daphnia galeata Sars, var. *obtusifrons* Sars.
Hyalodaphnia kahlbergensis Schoedler.
Leptodora hyalina Lilljeb.

Cyclops strenuus Fischer.
Diaptomus gracilis Sars.

Ein Blick auf diese Liste erweckt ohne weiteres den Eindruck, dass das Plankton des Arendsees nicht sehr mannigfaltig ist, obschon es sich in den genannten Monaten quantitativ ganz gut entwickelt zeigte. Bei einer ersten Durchmusterung desselben befremdete mich überhaupt gleich der Umstand, dass keine einzige der bekannten pelagischen Diatomeenspecies in bedeutenderer Menge vorfindlich war. Sollte sich der Arendsee in dieser Hinsicht, d. h. darin, dass sein Plankton überhaupt arm an Kieselalgen sei, von allen bisher untersuchten deutschen Binnenseen besonders auszeichnen? Da mir keine Fänge aus dem Juli und August vorlagen, wodurch Auskunft über die Zusammensetzung des Planktons in der heißesten Jahreszeit zu erlangen gewesen wäre, so musste ich meine Zuflucht zu einer Bodenprobe nehmen, die Herr Dr. Halbfass noch rechtzeitig mit dem Ule'schen Schlammschöpfer zu beschaffen die Güte hatte. Diese Probe musste ja eventuell die aus den oberflächlichen Wasserschichten auf den Grund herabgesunkenen Diatomeen, resp. deren leere Kieselpanzer, enthalten und somit den gewünschten Aufschluss über die im Arendsee überhaupt vorkommenden Species gewähren können.

Der eingeschlagene Weg führte auch wirklich zum Ziel.

Die mikroskopische Analyse der betreffenden Schlammproben ergab sofort die massenhafte Anwesenheit unlängst abgestorbener Exemplare

Digitized by Google

von *Cyclotella comta* (Ehrb.) Kütz., var. *radiosa* Grun., einer notorischen Planktondiatomee, die wahrscheinlich im zeitigen Frühjahr das Maximum ihres Auftretens hat und später nicht mehr in den Oberflächenfängen vorkommt. Dazwischen war auch *Stephanodiscus astraea* (Ehrb.) Grun. zu konstatieren, welcher gleichfalls zu den Schwebformen gehört. Meiner Schätzung nach bestand mindestens die Hälfte aller in jener Grundprobe enthaltenen Diatomeen aus den Scheiben von *Cyclotella comta*. Die kleinsten davon hatten einen Durchmesser von 28 μ, die größten einen solchen von 36 μ. Ein erfahrener Diatomeenspezialist, Herr Kaufmann Hugo Reichelt in Leipzig, hat meine obige Bestimmung nachgeprüft, resp. bestätigt und sich außerdem noch der Mühe unterzogen, die übrigen Species zu bestimmen, deren Schalen in der Schlickprobe vorfindlich waren. Es sind die folgenden:

Amphora ovalis Kütz.
„ *gracilis* Ehr.
Cocconëis pediculus Erb.
„ *placentula* Ehrb.
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Sm.
„ *solea* (Bréb.) W. Sm.
„ *solea, form. apiculata* W. Sm.
Cymbella amphicephala Naeg.
„ *cistula* Hempr.
„ *cuspidata* Kütz.
„ *gastroides* Kütz.
„ *lanceolata* Ehrb.
Diatoma vulgare Bory.
Encyonema caespitosum Kütz.
Fragilaria capucina Desm.
„ *construens* Ehrb., mehrere Formen.
„ *mutabilis* Grun.
Gomphonema acuminatum Ehrb.
„ *constrictum* Ehrb.
Mastogloia Smithii, var. *lacustris* Grun.
Melosira crenulata Kütz.
Navicula oblonga Kütz.
„ *radiosa* Kütz.
„ *ambigua* Ehrb.
„ *amphigomphus* Ehrb.
„ *amphirhynchus* Erb.
„ *bacillum* Grun.
„ *bacilliformis* Grun.
„ *cuspidata* Kütz.
„ *elliptica* Kütz.

Digitized by Google

Navicula humilis Donk.
„ *limosa*, var. *gibberula*.
„ *menisculus* Schum.
„ *producta* W. Sm.
„ *trochus* Schum.
„ *scutelloides* Schum.
Epithemia argus Kütz.
„ *turgida* Kütz.
Nitzschia angustata Grun.
„ *linearis* W. Sm.
„ *sigmoidea* W. Sm.
„ *vermicularis* Hantzsch.
Pleurosigma acuminatum Grun.
„ *attenuatum* W. Sm.
Stauroneis phoenicenteron Ehrb.
Surirella biseriata Bréb.
„ *linearis*, var. *constricta* W. Sm.
Synedra ulna Ehrb.

Auffallend ist für den Arendsee das Fehlen der sonst allerwärts häufigen großen *Pinnularia*-Arten (*nobilis*, *major* und *viridis*).

Bemerkenswert vor Allem ist aber das massenhafte Auftreten von *Cyclotella comta*, var. *radiosa* im Plankton des Arendsees. Hierdurch und durch das Zurücktreten der Melosiren unterscheidet sich letzteres in charakteristischer Weise von dem der baltischen Seen, wo gerade die Melosiren eine sehr große Rolle spielen, während *Cyclotella comta* darin nur vereinzelt vorzukommen pflegt. Gleichzeitig nähert sich der Arendsee mit seinem abweichenden Phytoplankton dem biologischen Typus des Bodensees, Genfer Sees und anderer weit unten im Süden gelegener Gewässer, wie z. B. auch dem des Comer Sees. In der Häufigkeit, mit welcher *Botryococcus Brauni* im Plankton des Arendsees erscheint, tritt übrigens gleichfalls eine Aehnlichkeit des letzteren mit dem Bodensee und mehreren Seen der Schweiz hervor[1]).

Noch viel frappanter aber kommt diese Aehnlichkeit zum Ausdruck, wenn wir speziell die Ceratien des Arendsees ins Auge fassen und dieselben hinsichtlich ihrer Form- und Größenverhältnisse mit solchen aus den Seen des Südens vergleichen. Im Gegensatz zu den mehr langhörnigen und schmalen Ceratien aus den baltischen Seebecken, sind diejenigen des Arendsees kurzhörnig und gedrungen im Bau, genau so wie diejenigen aus dem Hallstätter See und Comer See, die mir in natura vorliegen. Von der Spitze des Vorderhorns bis zu derjenigen des mittleren Hinterhorns gemessen, beträgt die Länge

1) C. Schröter und O. Kirchner: Die Vegetation des Bodensees. Lindau i. B., 1896, S. 27.

Digitized by Google

eines *Ceratiums* aus dem Arendsee 140—160 μ. Die Breite in der Querfurchen-Gegend 68 μ. Genau dieselben Dimensionen bietet das Hallstätter *Ceratium* dar. An den Exemplaren aus dem Comer See, die denselben Habitus besitzen, sind die entsprechenden Maße 120 μ und 48 μ. Das *Ceratium* aus dem Genfer See ist etwas länger (192 μ), besitzt aber dieselbe Breite (68 μ). In einer Planktonprobe aus dem östlichen Springbrunnenbassin vor dem großherzoglichen Schlosse in Karlsruhe (die ich Herrn Polytechniker Joh. Hasse verdanke) kommt ein *Ceratium* vor, welches 168 μ lang und 60 μ breit ist, also ebenfalls den gedrungenen Typus besitzt. Im Vergleich dazu haben die Ceratien aus dem Gr. Plöner See eine Länge von 180 μ und eine Breite von nur 48 μ. Zu manchen Zeiten kommen dort auch noch schlankere Exemplare vor.

Nach meinen Erfahrungen bei der Durchsicht von Planktonproben aus den verschiedensten Seengegenden Deutschlands, Oesterreichs, der Schweiz und Oberitaliens sind die kurzhörnigen und breitpanzerigen Ceratien ein konstantes Charakteristikum für die im Süden gelegenen Wasserbecken, so dass es auffällig ist, wenn man eine Varietät von ganz demselben Habitus nun auch im Arendsee vorfindet. Zu den übrigen Anklängen, die dieser ganz isoliert in der Altmark gelegene See bezüglich seines Planktons sowohl mit dem Bodensee, als auch mit verschiedenen Seen der Schweiz und Oberitaliens darbietet kommt nun noch die ganz überraschende Aehnlichkeit in den Ceratienformen. Wenn man die Variabilität gerade dieser Dinoflagellatenspecies aus eigener Anschauung kennt und weiß, dass fast jeder See (oder wenigstens jedes Seengebiet) seine mehr oder minder ausgeprägte Lokalform besitzt, so erscheint es um so rätselhafter, wie sich der südliche Ceratientypus im Arendsee herausbilden konnte, während in den Becken der nicht viel weiter nördlich davon gelegenen Seenplatte eine völlig andere (schlankere) Abart heimisch ist. Im Ratzeburger See ist das Extrem dieser langhörnigen und schmalen norddeutschen Ceratienvarietät (in der *forma furcoides* Lev.) zur Entwicklung gelangt.

Nachtrag.

Nach Abschluss obigen Aufsatzes erhielt ich von Herrn Privatier Rosenhauer nochmals einen Planktonfang zugesandt, der am 27. November cr. gemacht worden war. Durch denselben werden die mikrobiologischen Verhältnisse des Arendsees auch für den Herbst klargestellt und es zeigt sich, dass gerade zu Beginn der kalten Jahreszeit eine üppige Vegetation von pelagischen Bacillariaceen in jenem Wasserbecken zur Entfaltung kommt. Die am massenhaftesten auftretende Species ist *Asterionella gracillima*; dann folgen mit immer mehr abnehmender Häufigkeit: *Synedra delicatissima*, *Fragilaria crotonensis*

Digitized by Google

und *Cyclotella comta*, var. *radiosa*. Von anderen Algen waren dem Plankton beigemischt: *Closterium subproneum*, var. *lacustre*, *Staurastrum gracile*, *Sphaerocystis Schroeteri* und *Botryococcus Brauni*. Von Dinoflagellaten sah ich nur einzelne Exemplare des *Peridinium bipes* Stein; außerdem noch einige Dauer-Cysten von *Ceratium hirundinella*; letzteres selbst aber nicht mehr. Rädertiere gab es nur noch wenige: *Notholca longispina*, *Hudsonella pygmaea*, *Pompholyx complanata* und *Anuraea cochlearis*. Dagegen waren die Copepoden außerordentlich zahlreich vorhanden, insbesondere *Diaptomus gracilis*, der mit *Cyclops strenuus* zusammen — wie auch schon im Sommer — die Hauptmasse des ganzen Fanges bildete. Von *Daphnia galeata* sah ich kein einziges Exemplar mehr. Nebenher machte ich übrigens noch die Beobachtung, dass in den ausgestoßenen, flottierenden Kotballen der obengenannten Cruster sehr viele Cyclotellen (*C. comta*, var. *radiosa*) enthalten waren, wonach man diese scheibenförmige Bacillariacee wohl als eine bevorzugte Nahrung jener betrachten darf. Sehr viele von den Cyclotellen, die — wie wir sahen — massenhaft im Grundschlamm des Arendsees abgelagert sind, dürften gleichfalls ihren Weg durch den Darm von Spaltfußkrebsen genommen haben, ehe sie zu Boden sanken.

Eine Planktonprobe vom 10. Januar 1899 zeigte eine beträchtliche Verminderung hinsichtlich der Schwebeflora, insbesondere der Bacillariaceen, enthielt aber als neue Erscheinung in großer Anzahl *Rhizosolenia longiseta*, deren Vorhandensein im Arendsee bis dahin nicht zu konstatieren gewesen war. In Betreff der Crustaceen ließ sich kein Rückgang bemerken; sie waren nach wie vor in großer Menge gegenwärtig und bildeten den Hauptbestandteil des Planktons. [15]

Plön (Biol. Station). Dezember 1898.

Anatomisches von der Naturforscher-Versammlung zu Düsseldorf.

Die anatomische Sektion, die sich mit der Sektion für Anthropologie vereinigt hatte, hat 3 Sitzungen gehabt.

Die erste Sitzung der anatomischen Sektion fand am Montag Nachmittag den 19. Semptember statt. Der erste Einführende der Sektion, Herr Dr. Pütz, begrüßt die Anwesenden. Zum Vorsitzenden wurde Prof. Waldeyer-Berlin gewählt.

1. Prof. Dr. B. Solger-Greifswald. Ueber topographisch-anatomische Tafeln nach synthetischer Methode.

Herr Solger nennt Henke den Vater der „synthetischen Betrachtungsweise“ anatomischer Objekte. Er versteht darunter die Methode, nach welcher — in umgekehrter Weise als beim gewöhnlichen Präpariren — bei der Beschreibung der Lage der Organe von der Tiefe zur Oberfläche vorgegangen wird. Als Beispiel demonstriert Herr Solger

Digitized by Google

eine Reihe Tafeln, in denen zuerst die tiefen, dann die oberflächlichen Muskeln des Oberschenkels, nebst Nerven und Gefäßen, dargestellt sind. Er hofft von dieser richtigen Methode große Vorteile für den Unterricht. (Der Vortrag ist unterdess im anatomischen Anzeiger 1898, Nr. 9, 10. Nov. 1898 S. 133—140 veröffentlich worden.)

In der sich anschließenden Diskussion bemerkt Herr Stieda-(Königsberg), dass die Richtigkeit dieser Methode außer Zweifel sei, dass aber vor Henke bereits Lucae und Luschka die genannte Methode in Anwendung gezogen hätten.

Die 2. Sitzung fand am Mittwoch den 20. September 9 Uhr statt. Vorsitzender Herr Prof. Kollmann-(Basel).

2. Herr Dr. E. Albrecht-(München): Leben und lebende Substanz.

3. Herr Prof. His-(Leipzig: Ueber Zellen und Syncytienbildung. Herr His untersuchte die früheren Stufen der Lachs-Forellen-Keime. Die Teilung der Zelle geht von den Astrophären aus; jede Zelle enthält 2 Astrophären. Nachdem sich 2 Kerne gebildet haben, entsteht eine trennende Membran, indem im Plasmanetz knötchenförmige Verdickungen auftreten (Zellplatten); dadurch ist die Zelle vollständig geteilt. — Es kann nun eine solche vollständige Zellenteilung nicht eintreten: Es bleiben helle Zwischenstreifen, durch welche einzelne Territorien von einander getrennt sind; innerhalb dieser Territorien liegen die Astrophären — solch eine Gruppe unvollständig von einander getrennten Zellen ist ein Syncytium.

Oder aber es können die bereits entstandenen Scheidewände wieder verschwinden — so kann auch ein Syncytium sich bilden.

Sind auch die hellen Zwischenstrassen völlig verschwunden, so haben wir große Zellen mit vielen Kernen vor uns: das ist dann ein Plasmodium. Die Syncytien sind demnach als Vorstufen der Entwickelung der Plasmodien aufzufassen. Die Plasmodien sind analoge Gebilde wie die Riesenzellen. —

Der Vortrag wurde durch Bilder u. s. w. erläutert. —

3. Herr Prof. Waldeyer-(Berlin): Zur Anatomie der Harnblase und der männlichen Harnröhre.

Herr Waldeyer macht darauf aufmerksam, dass im Bereich der Harnröhre unmittelbar vor der Pars trigonalis derselben in einem Gebiet, das er als Pars praetrigonalis zu bezeichnen wünscht, an der hinteren Wand eine Aussackung sich finde. Es scheint, dass diese Aussackung eine konstante Bildung sei. Beim Einführen eines Katheters in die Harnröhre ist auf diese Aussackung eine gewisse Rücksicht zu nehmen.

Hieran schloss sich eine Discussion der Herren His und Stieda in Betreff der Nomenklatur der Muskeln am Ausgang des Beckens.

4. Herr Dr. Hirsch-(Köln.) Ueber den Neigungswinkel und die Architektur der Spongiosa des Schenkelhalses.

Herr Hirsch berichtet über Untersuchungen, die er im anatomischen Institut unter Leitung des Herrn Prof. Waldeyer vorgenommen hat.

Die Ergebnisse sind: der Hals des Oberschenkels mit einem steilen Neigungswinkel hat einen rundlichen, symmetrischen Querschnitt; der

Digitized by Google

Hals des Oberschenkels mit einem stark geneigten Winkel ist im Querschnitt dreieckig, asymmetrisch. Der Vortragende sucht die Ursache dieser Thatsache in der Anordnung der Spongiosa. Die Architektur der Spongiosa ist in beiden Fällen nicht gleichartig.

Aus der sich anschließenden Diskussion, an der sich die Herren Kollmann, Solger, Stieda und Waldeyer beteiligen, sei nur hervorgehoben, dass die verschiedenen Neigungswinkel zwischen Hals und Schaft des Oberschenkels nicht als sexuelle Unterscheidungs-Merkmale gelten können.

3. Sitzung Mittwoch, den 20. September, Nachmittags 3 Uhr.

Vorsitzender Stieda-(Königsberg).

5. Herr Dr. A. Denker-(Hagen) i. W. Ueber das Gehörorgan der Säugetiere. Der Vortragende hat eine außerordentlich reichhaltige Sammlung osteologischer, das Gehörorgan der Säugetiere betreffender Präparate, so wie eine große Reihe von Corrosions-Präparaten aufgestellt. Insbesondere seien genannt: Schaf, Pferd, Walross, Schwein, Seehund, Känguruh, Eisbär, Gorilla, Leopard u. a.

Nach kurzer Besprechung der Teichmann-Pfitzner'schen Methode, die sich bei der Mazeration der Schläfenbeine vorzüglich bewährte, beschreibt D. die Herstellung der Corrosions-Präparate. Zum Ausgießen wurde eine Masse verwandt, die aus 4 Teilen Kolophonium, 1 Teil Wachs und etwas halbweichem Terpentinharz bestand; als Farbstoff wurde Ultramarinblau benutzt, das mit Copaiva-Balsam verrieben der Masse zugesetzt wurde. Dieselbe wird über gelindem Feuer flüssig gemacht, das gut getrocknete und angewärmte Schläfenbein hineingelegt und dann etwa 5 Minuten lang gesiedet. Man lässt es dann langsam erkalten, gräbt das Präparat vorsichtig aus der harten Masse heraus und legt die Außenseite des Schläfenbeins vollkommen frei. Zur Corrosion wurde reine konzentrierte Schwefelsäure verwendet, in der das Präparat je nach der Dicke und Festigkeit des Knochens 1—4 Wochen lang liegen bleiben muss. Es kommt dann der schwierigste Teil der Präparation, nämlich die Entfernung des Ausgusses spongiöser Höhlräume von den noch anhaftenden Knochenüberresten. Mit großer Vorsicht und Ruhe muss man mit dem Spritzenstrahl, mit Nadeln und Pinzetten versuchen das Präparat aus seiner Umhüllung zu befreien. Gelingt es, über diese Schwierigkeit hinwegzukommen, so wird der Ausguss auf eine Gabel gesteckt und sorgfältig unter einer Glasglocke aufgehoben. D. geht sodann zur Demonstration der Ausgüsse, Sägeschnitte und Zeichnungen über, und zeigt zunächst das Gehörorgan des Gorilla. Es wird aufmerksam gemacht auf die große Aehnlichkeit zwischen dem menschlichen und dem Gorilla-Schläfenbein. Die Unterschiede zwischen beiden lassen sich kurz, wie folgt, zusammenfassen. Das Gorilla-Schläfenbein bevorzugt im Gegensatz zu dem menschlichen bei seiner Entwickelung die Richtung in der Horizontalebene von vorn nach hinten, was sich hauptsächlich am Proc. mastoid. dokumentiert, der breiter und relativ niedriger als bei dem Menschen ist. Die Ausdehnung der Cellulae pneumaticae ist bei dem Affen eine viel größere. Der Carotis-Canal verläuft beim Gorilla durch die vordere Wand der Paukenhöhle; der Proc. styloideus fehlt, und die Austrittsöffnung des

Digitized by Google

Canalis Fallopiae liegt unter dem Proc. mast. Die Chorda Tympani tritt aus dem Nervus facialis an die Schädeloberfläche hinaus, verläuft in einer seichten Furche nach hinten, außen, aber eine kurze Strecke, und tritt dann in ein Kanälchen, das sich lateralwärts vom Canalis Fallopiae nach vorn oben zur hinteren Paukenhöhlenwand hinzieht. Es werden darauf die Schläfenbeine vom Leoparden und vom Eisbären, zweier Repräsentanten der Ordnung der Raubtiere, demonstriert. Beim Eisbären verläuft ein sehr weiter Meatus temparalis von vorn unten nach hinten oben quer über den medialen Teil der oberen Gehörgangswand. Bei den Raubtieren finden wir, wie bei allen Säugetieren mit Ausnahme der Menschen und der anthropoiden Affen, eine Bulla ossea, eine verschieden geformte, in der Regel von dem Os tympanicum gebildete Höhle, welche in unmittelbarer Kommunikation mit der Paukenhöhle steht. Der Canalis Fallopiae wird in der Paukenhöhle des Eisbären zu einem Halbkanal, während er beim Leoparden geschlossen bleibt. Bei dem letzteren zieht sich von der vorderen Wand des Cavum tympani zur hinteren ein kahnförmiges Knochenplättchen, das die Paukenhöhle in eine vordere obere und eine hintere untere Hälfte zerlegt. — Beim Schläfenbein des Ameisenbären wird die Bulla ossea außer vom Os tympanicum durch Fortsätze des Os sphenoideum und des Os occipitale gebildet; es fehlt die Tuba Eustachii ossea. Auch beim Känguruh beteiligen sich außer dem Os tympanicum das Os squamosum und ein Processus tympanicus ossis sphenoidei an der Bildung der Bulla ossea. Die Ohrtrompete mündet hier in die Paukenkapsel. Beim Wasserschwein befindet sich außer der Bulla noch ein zweiter, sehr großer Hohlraum nach vorn oben zu von der Paukenhöhle, der einen Teil der Gehörknöchelchen aufnimmt; es ist ein stark vergrößerter Recessus epitympanicus, den man bei den meisten Säugetieren findet. Beim Pferde zeichnet sich das Os petrosum durch außerordentlich feste, elfenbeinartige Konsistenz aus; die Bogengänge sind sehr fein, die Bulla wird durch 12—15 radiär verlaufende Knochenplättchen in ebenso viele Fächer geteilt. Der Canalis Fallopiae verläuft in seiner vorderen Hälfte geschlossen, später halboffen durch die Paukenhöhle. Das Schläfenbein vom Rind weist das größte Mittelohr auf, auch das Trommelfell ist sehr groß. Die Bulla zerfällt durch winklig sich schneidende Knochenplättchen in zahlreiche Zellen; die großen Zellen an der Peripherie erinnern an die Terminalzellen des menschlichen Schläfenbeins. Der äussere Gehörgang vom Schwein ist fast so lang wie der Meatus auditorius externus osseus beim Rind; das Os petrosum verwächst nicht mit den übrigen Schläfenknochen. Die Bulla hat ihrer Form nach eine gewisse Aehnlichkeit mit der Gestalt des Schweineschädels. Das Gehörorgan des grönländischen Seehundes zeichnet sich besonders durch ein ungeheures Schneckenfenster aus, das 4—5 Mal so groß ist als das Vorhofsfenster. In der vorderen und inneren Wand der außerordentlich starken und festen Bulla ossea verläuft der Canalis caroticus; hinter dem Meatus auditorius internus besteht eine tiefe Fossa subarcuata, in deren äusserer Umrandung der Canalis semicircularis superior verläuft. Diese Grube findet sich auch bei den Schläfenbeinen anderer Säugetiere — Entsprechend der Dicke und Festigkeit des ganzen Schädels ist auch das Schläfenbein des Walrosses sehr massiv und schwer; das Os petrosum ist relativ klein; an die Bulla ossea schmiegt sich dicht der Canalis caroticus. Auffallend ist das Fehlen

Digitized by Google

der Ampullen bei dem oberen und äusseren Bogengang. Der Aquäductus cochleae ist sehr lang und breit. Von allen angeführten Schläfenbeinen werden Ausgusspräparate, Sägeschnitte und Zeichnungen demonstriert. Es wird zum Schluss noch einmal besonders auf die äusserst instruktiven Korrosionspräparate hingewiesen an welchen überall der äußere Gehörgang, die Mittelohrräume mit der Tuba Eustachii ossea, der Vorhof, die Schnecke, die Bogengänge in ihren gegenseitigen Lagen- und Größenverhältnisse zur Darstellung gebracht sind. Bei den meisten Präparaten sind auch die Aquaeducte erhalten, und bei einzelnen finden sich auch die Ausgüsse des Canalis caroticus und des Sulcus transversus. Eine genaue Beschreibung des demonstrierten Materials wird im Anfang des nächsten Jahres in einer durch zahlreiche Tafeln illustrierten Monographie, die im Verlage von Veit & Co. in Leipzig erscheinen wird, erfolgen (Autoreferat).

6. Herr Prof. Dr. Kollmann-(Basel). Die Weichteile des Gesichts und die Persistenz der Rassen. Durch Messungen an Leichen kommt der Vortragende zu dem Resultat: Die Dicke der Weichteile steht, wie am Hirnschädel, so auch an dem Gesichtsschädel, in einem durch Zahlen fixirbaren Verhältnis; an den identischen Punkten ist das Verhältnis der Weichteile zu den Knochen übereinstimmend bei gleichem Geschlecht, bei gleichem Alter und bei gleichem Ernährungszustand. Dieses Resultat ließ sich erwarten, denn die wichtigsten Merkmale des menschlichen Kopfes unterliegen dem Gesetz der Morphologie. Die Knorpel der Nase, die Lider, die Lippen, die Kaumuskeln besitzen eine bestimmte morphologische Form, welche die Species Mensch auszeichnet. Dasselbe ist auch, wie bekannt, mit den knöcheren Abschnitten der Fall. Das Skelett ist das Fundament für die Weichteile; das gilt vor Allem für den Schädel.

Die Menschenrassen unterliegen in dieser Hinsicht denselben Regeln. Dazu kommt noch, dass die Rassen unveränderlich — persistent — sind. Entgegen der weitverbreiteten Ansicht von der Wandelbarkeit nimmt der Vortragende mit Broca, Virchow u. a. an, dass sich die Rassen und ihre Varietäten seit der neolithischen Periode nicht verändert haben. Aus den Thatsachen von der Persistenz der Rassen und der morphologischen, stets wiederkehrenden Form der Schädel und der Weichteile zieht Prof. K. den Schluss, dass die Menschenrassen von Einst und Jetzt in ihrem Aussehen identisch sind. Um also Rassenportraits der der Europäer der Vorzeit zu liefern, ist lediglich die Dicke der Weichteile der jetzt lebenden Varietäten durch genaue anatomische Untersuchung festzustellen. Ist dies geschehen und dann die gefundene Dicke auf irgend einen prähistorischen Schädel übertragen worden, so erhält man ein Rassenporträt. Auf solche Weise ist die Büste einer Frau aus der neolithischen Periode entstanden, welche den Gliedern der Sektion vorgezeigt wird. Das genaue Verfahren ist im Archiv für Anthropologie Bd. XXV., 1898, mitgeteilt; auch findet sich dort die Büste abgebildet zusammen mit mehreren Figuren, welche die Methode der Rekonstruktion veranschaulichen (Autoreferat).

Hieran schließt sich eine sehr eingehende Diskussion in Betreff der Rassenunterschiede und ihrer Persistenz, an der sich die Herrn His, Kollmann und Stieda beteiligten.

Digitized by Google

Es war noch ein Vortrag des Herrn Dr. Mies-(Köln) angezeigt, der aber wegen der dazu nötigen Vorkehrungen (Wasserbad) nicht im Sitzungslokal gehalten werden konnte.

Der Vorsitzende Stieda schloss daher die Sitzung mit einigen Dankesworten an die Einführenden, die Herren Dr. Pütz und Dr. Krüllmann und an die Sekretaire die Herrn Dr. Pfeiffer und Weidemann.

Der Vortrag des Herrn Dr. Mies wurde am Donnerstag den 22. September in der städtischen Bade-Anstalt gehalten.

Herr Mies-(Köln): Ueber die Masse und den Rauminhalt des Menschen mit Ausführung einer Bestimmung des spezifischen Gewichts am Lebenden.

Die Feststellung der Masse, d. i. des Körpergewichts, die noch immer zu selten vorgenommen wird, soll erfolgen, wenn Magen, Darm und Blase leer oder nur wenig gefüllt sind. Kann man die Personen nicht nackt wiegen, so muss man das absolute oder (bei einer größeren Zahl von Untersuchungen) das relative Gewicht der Kleider abziehen. Die Aendedes Körpergewichtes werden gewöhnlich in absoluten Zahlen und Kurven angegeben. Die verschiedene Bedeutung derselben Gewichtsunterschiede bei leichten und schweren Personen kommt aber erst zum Ausdruck in relativen Zahlen und Kurven, an denen man erkennt, wie viel vom Hundert jedes mittleren Körpergewichtes die gefundenen Unterschiede ausmachen. — Der Rauminhalt des Körpers wird nicht nur durch feste und flüssige Nahrungsmittel bezw. Auswurfsstoffe im Magen, Darm und Blase, sondern auch durch die wechselnde Füllung der Lungen und des Magendarmkanales mit Luft sehr stark beeinflusst. Daher dürfen die einer Volumbestimmung sich unterziehenden Personen keinen aufgetriebenen Unterleib haben und müssen bei mittlerer Ausdehnung des Brustkorbes gleichmässig und oberflächlich athmen. Letzteres geschieht durch eine wasserdicht anliegende Kautschukmaske, die mit einem schlauchförmigen Ansatz versehen ist und durch ein gläsernes Rohr mit einem über Wasser führenden Gummischlauch in Verbindung steht. Vortragender hat diese Maske bei 154 Volumbestimmungen angewandt, die er nach zwei verschiedenen Verfahren ausführte. Zunächst hat er 1891 den Rauminhalt von 28 Gefangenen der Musterstrafanstalt Moabit (Berlin) im Ganzen 68 mal dadurch festgestellt, dass er das von jedem Manne verdrängte Wasser mittels eines von ihm hiezu ersonnenen Heberapparates absaugen ließ und wog. Bei dem anderen Verfahren, das im vorigen und in diesem Jahre an 15 Knaben 16 mal und 59 ehrbaren Männern 70 mal von ihm ausgeführt wurde, bediente er sich einer sehr empfindlichen hydrostatischen Wage, die nach seinen Angaben auf Kosten der Rudolf Virchow-(Stiftung) von Gebrüder Dopp-(Berlin) angefertigt worden ist. — Die Teilung der Masse durch den Rauminhalt macht uns mit der Dichte, dem spezifischen Gewichte des Körpers bekannt. Ordnet man die mit den beiden Verfahren bei geringer bis mittlerer Ausdehnung des Brustkorbes für das spezifische Gewicht gefundenen Werte nach ihrer Größe und teilt sie dann in drei Gruppen, die je ein Drittel der Fälle enthalten, so würden bei

Digitized by Google

	die Zahlen		
15 Knaben	1,0123—1,023	1,024—1,029	1,030—1,048
59 ehrbaren Männer .	1,0127—1,031	1,032—1,039	1,040—1,059
28 Zuchthäuslern . .	1,018—1,039	1,040—1,048	1,040—1,082
	ein kleines	mittelgroßes	großes

spezifisches Gewicht anzeigen. Sämtliche Grenzzahlen für die Gruppen der kleinen, mittelgroßen und großen Gewichte sind bei den ehrbaren Männern geringer als bei den Zuchthäuslern, aber höher als bei den Knaben. Die für Anatomen und Physiologen hauptsächlich in Betracht kommenden ehrbaren Männer, von denen Vortragender auch doppelt so viele als von den Zuchthäuslern untersucht hat, haben also im allgemeinen einen dichteren Körper als die Knaben, sind aber weniger dicht als die mit geringem Fettpolster versehenen Zuchthäusler, deren Rauminhalt außerdem durch ein anderes Verfahren (Abwiegen des von ihren Körpern verdrängten Wassers) bestimmt wurde.

Im Anschluss an diese Ausführungen zeigte Herr Mies den Gebrauch seiner hydrostatischen Wage. Es ist eine mittels Flaschenzugs an einem dreifüssigen Gestelle aufgehängte Balkenwage mit einem 5 mal längeren Hebelarm für die Gewichte als für die Last. Auf einem Tragtuche, das durch Vermittelung eines Joches u. s. w. an dem kürzeren Hebelarm angebracht ist, wurde ein $14^1/_2$ jähriger Knabe bequem gelagert und zunächst in der Luft gewogen. Er war 39740 g. schwer. Nachdem hierauf dem Knaben die Maske angelegt worden war, wurde er mit Hilfe des Flaschenzugs langsam unter Wasser getaucht und wog jetzt infolge des Auftriebes nur 1250 g. Durch Multiplikation des Restes (39740—1250 = 38490) mit dem ungefähr 1,0047 betragenden Volumen des $31^1/_2{}^0$ C. warmen Badewassers und durch den Abzug der von der Tauchvorrichtung verdrängten 90 ccm von dem Produkt (3671) wurde der Rauminhalt des Knaben mit 38581 ccm bestimmt. Teilung der Masse (39740) durch den Rauminhalt (38581) ergab dann die Zahl 1,030 für die Dichte, das spezifische Gewicht des Knaben (Autoreferat).

Wir können unseren kurzen Bericht über „das Anatomische“ auf der Naturforscher-Versammlung nicht schließen, ohne dass wir der Verhandlungen in der 34. Abteilung (Geschichte der Medizin und Naturwissenschaft) und der damit verbundenen historischen Ausstellung gedenken.

So weit wir unterrichtet sind, gebührt dem Herrn Dr. Sudhoff-(Hochdahl), dem bekannten Paracelsus-Forscher, das Verdienst, die Anregung zu einer historisch-medizinischen Sektion und einer historischen Ausstellung gegeben zu haben.

Neben Dr. Sudhoff sind besonders thätig gewesen Freiherr Dr. Oefele-(Neuenahr) und Walter Schimmelbusch-(Hochdahl). Die genannten Forscher hatten eine ganze Reihe von Instituten, Vereinen, Bibliotheken und Gelehrten dazu veranlasst, Bücher, Instrumente, Abbildungen einzu-

Digitized by Google

senden; — die Ausstellung hatte eine Unterkunft gefunden in den Räumen des Kunstgewerbe-Museums, dessen Direktor Frauberger in bewährter Weise die Anordnung der vielen Objekte geleitet hatte. Ein Katalog sollte dazu dienen, die ausgestellten Objekte zu erläutern und zu erklären. —

Da wir nur das Anatomische berücksichtigen wollen, so kann es nicht unsere Aufgabe sein, die Gesamtausstellung hier einer Besprechung zu unterziehen.

Um aber das anatomisch Interessante hervorzuheben, müssen wir einen kurzen Ueberblick über die ganze Ausstellung geben.

Die eine Hauptabteilung der Ausstellung umfasste alles, was auf allgemeine Geschichte der Medizin und Naturwissenschaft (Katalog Nr. 1—519, Nr. 1—1517 S. 4—127) Bezug hatte. Diese Abteilung umfasste das Alterthum (Nr. 1—442), ferner das Mittelalter (Nr. 443—519) die Renaissance und Neuzeit (Nr. 1—1327).

Hier befand sich auch eine besondere Abteilung für Anatomie, die des Interessanten sehr viel darbot. In 8 Vitrinen befanden sich Bücher und Abbildungen u. s. w. (Nr. 311—406). Es war damit eine Uebersicht der Geschichte der anatomischen Abbildungen gegeben, von den Abbildungen in den griechischen Handschriften bis in unser Jahrhundert hinein. Anziehend waren die oft sehr merkwürdigen anatomischen Bilder aus der Zeit vor Vesal; sehr reichhaltig vertreten war Vesal's Zeit selber, sowie die Epoche unmittelbar nach Vesal. Eine Vollständigkeit war nicht zu erwarten — das ist selbstverständlich. — Bekanntlich ist seit „Choulant's Geschichte der anatomischen Abbildungen“ (1852) sehr wenig auf diesem Gebiet gearbeitet worden.

Wer sich über die Einzelwerke hier orientieren will, muss den Katalog selbst in die Hand nehmen. Daneben befand sich eine Sammlung von Druckwerken zur Geschichte der Geburtshülfe und der Frauenkrankheiten (VI., Nr, 539—581) und eine Sammlung von Abhandlungen über Monstrositäten (VII. 583—607). In gewissem Sinne wird durch die hier aufgestellten Abbildungen (Uterus, Foetus, Missgeburten) ebenfalls die Geschichte der anatomischen Darstellung erläutert. —

Die zweite Haupt-Ausstellung setzte sich aus einer Anzahl Sonderausstellungen zusammen: 1. Der Neanderthal-Schädel und seine Litteratur; 2. Ausstellung zu Ehren des im J. 1896 verstorbenen Professors der Chirurgie Nicaise; 3. Lehrmittel für den medizinischen Geschichtsunterricht von Dr. med. Töply-Wien; 4. Lorenz-Fries Ausstellung; 5. Paracelsus-Ausstellung u. a.; 6. Geschichte der Medizin in den rheinischen Herzogtümern Jülich-Cleve-Berg; 7. Deutschlands dichtende Naturforscher und naturforschende Dichter; 8. Bildnisse von Naturforschern und Aerzten; 9. Kulturgeschichtliche Abbildungen zur Heilkunde; 10. Portrait-Medaillen, Fest- und andere Krankheitsandenken.

Unter allen den hier ausgestellten Gegenständen, Bildern und Büchern war vielerlei, was auf die Anatomie Beziehung hatte. Aufs Einzelne kann hier nicht eingegangen werden.

Digitized by Google

Aus den Verhandlungen der historisch-medizinischen Sektion müssen 2 Vorträge hier erwähnt werden, (die übrigen bieten nur geschichtlich medizinisches Interesse dar).

Herr Dr. Töply-(Wien) hielt einen Vortrag über die ältesten anatomischen Abbildungen. Der durch seltene anatomische Abbildungen erläuterte Vortrag war außerordentlich reich an Einzelheiten. Auf eine Wiedergabe muss verzichtet werden.

Herr Dr. Körte-(Bonn) hielt einen Vortrag über die attischen Heilgötter und ihre Kultusstätten und wies am Schlusse desselben 2 aus Rom stammende thönerne Bildwerke (Weihgeschenke) vor. Beide stellten die geöffnete Bauchhöhle eines Menschen dar, das eine Bildwerk offenbar die Bauchhöhle eines Mannes, das andere die eines Weibes. Dr. Körte, Philolog, enthielt sich einer Deutung der abgebildeten Organe. — Nach Ansicht des Herrn Dr. Körte sind beide Bildwerke etruskischen Ursprungs. Unter dieser Voraussetzung hätten wir in jenen Bildwerken (Weihegeschenke) die ältesten anatomischen Modelle.

Ueber die Deutung der abgebildeten Organe der Bauchhöhle soll hier nicht gesprochen werden. Es liegt keine Veranlassung vor, den Untersuchungen, die Herr Dr. Körte selbst oder mit Unterstützung eines Mediziners (Anatomen) vornehmen wird, hier vorzugreifen.

Es muss eine bezügliche Publikation mit Abbildungen abgewartet werden. =i= [20]

Ein Nachwort über Prof. Apáthy's Nervenlehre.

Wenn ich an die Bemerkungen[1]), welche Prof. Apáthy über meine Darstellung seiner Nervenlehre[2]) fallen ließ, einige erläuternde, wenn auch besonderer Umstände halber verspätete Worte anknüpfe, so geschieht dies nur deswegen, um den Verfasser, in welchem ich den anerkanntermaßen brillantesten Histologen unserer Zeit verehre, an dieser Stelle nochmals von der Bewunderung, die ich seinen Leistungen entgegenbringe, zu versichern und um noch einmal zu sagen, mit welch regem Interesse ich den Fortschritt seiner Untersuchungen verfolge und wie hoch ich deren Wert anschlage. Denn sonst habe ich auf seine Bemerkungen nichts zu erwidern und sehe mich auch nicht veranlasst, meine Darstellung und Kritik seiner Ergebnisse nach irgend welcher Richtung hin zu vervollständigen, zu modifizieren oder zu widerrufen.

Sämtliche Einwände, welche Prof. Apáthy gegen meine Auffassung seiner Ideen ins Feld führt, bleiben mir unverständlich. Trotzdem Prof. Apáthy selbst zugiebt (S. 705), dass ich den Gegenstand „geschickt und übersichtlich" zu gruppieren wusste, klagt er z. B. dennoch, er sei nicht im Stande, seine Arbeit vom „Leitenden Elemente des Nervensystems und seinen topographischen Beziehungen zu den Zellen" in meiner Abhandlung wieder zu erkennen. Hierbei hätte ich höchstens hervorzuheben, dass ich anlässlich dieses seines neuesten

---

1) Steph. Apáthy, Bemerkungen zu Garbowski's Darstellung meiner Lehre von den leitenden Nervenelementen. Dieses Blatt, Bd. XVIII, 1898, Nr. 19, S. 704—713.

2) Tad. Garbowski, Apáthy's Lehre von den leitenden Nervenelementen. Ebenda Nr. 13 u. 14.

Digitized by Google

und ausführlichsten Werkes alles, was er bis jetzt über Nerven geschrieben hat, zusammenzufassen und in jenem Rahmen zu vergleichen trachtete, der sich aus seiner theoretischen Ausdeutung des Leitenden von selbst ergiebt und — wenigstens nach meiner tiefsten Ueberzeugung — auch auf jeder Seite seiner neuen Arbeit wiederzufinden ist. So spreche ich dort von einer „neurogenetischen Theorie" Apáthy's, die ich wohl als Theorie des nervösen Kreislaufes bezeichnen möchte, obwohl die Grundzüge zu dieser Theorie bereits in seinen früheren Publikationen niedergelegt wurden. So behaupte ich auch, dass sich der Verfasser gegenwärtig nicht mehr mit der Frage abgiebt, wo das Leitende zu suchen sei, da er als solches die von ihm mit glänzender Virtuosität färberisch herausdifferenzierten Neurofibrillen schon längst erkannt hat. Dies scheint übrigens ebensogut keinem Zweifel mehr zu unterliegen, wie z. B. die Thatsache, dass man auch angesichts der neuesten Befruchtungsversuche kernloser Eier von Driesch und Delage in den Chromatinelementen den eigentlichen Träger der Zellenpotenzen und der Vererbungssubstanz zu erblicken hat, obschon für diese beiden, sehr gut mit einander vergleichbaren Begriffe des Leitenden und des Chromatins nicht unmittelbar handgreifliche Argumente, sondern lediglich Beweise höchster Wahrscheinlichkeit vorliegen. So ist es endlich auch kein Mangel an „Vertrauen" zu Apáthy's Beobachtungen, wenn ich mir erlaubt habe, einige Vorsicht bei Deutung der aufgedeckten Fibrillenzüge zu empfehlen. Nach einem Vortrage, in welchem ich vor Jahresfrist über Apáthy's Ergebnisse in Wien referierte, entspann sich eine Diskussion, wobei thatsächlich, und zwar von der kompetentesten Seite, darauf hingewiesen wurde, dass sich in der letzten Zeit in der Litteratur Fälle zu häufen beginnen, wo augenscheinlich bindegewebige und sonstige Gewebselemente als nervöse Zellen u. dgl. beschrieben werden, wie z. B. bei manchen Crustaceen.

Am schwersten dürfte der Vorwurf sein, den mir Prof. Apáthy gemacht hat, es träte in meiner Darstellung das Hauptresultat seiner Untersuchungen geradezu in den Hintergrund, nämlich: dass das leitende Fibrillennetz sämtliche Gewebe des Organismus durchwebt und sich sowohl innerhalb der Zellen, als intercellulär ausbreitet. Und doch glaube ich, dass meine Schrift selbst bei einem flüchtigen Leser den Eindruck hinterlassen wird, dass ich eben die letztere Entdeckung für Apáthy's grösste, ja, für eine epochale Leistung halte, umsomehr, als sie, ganz unabhängig von Apáthy's neurogenetischer Hypothese, die von besonderen Nervenzellen handelt und sich vielleicht nicht lange behaupten wird, ihre volle Giltigkeit behalten muss, mögen die Entstehungscentren des Leitenden außerhalb der Ganglienzellen liegen oder nicht. Prof. Apáthy braucht also nicht nachträglich mit gesperrtem Druck darauf hinzuweisen, dass er in seiner Arbeit vornehmlich die Feststellung des Fibrillenverlaufes und nicht die Isolierung von Nervenzellen im Auge hatte. In diesem Zusammenhange habe ich allerdings meinen Zweifel geäußert, ob die vom Verfasser erlangten Bilder stets mit zwingender Deutlichkeit ein bloßes Auseinanderweichen, nicht aber ein wirkliches Anastomosieren der Neurofibrillen darstellen, ein Zweierlei, das natürlicher Weise für die spezielle Auffassung des Empfindungssystems von größter Wichtigkeit ist. Prof. Apáthy soll aber diese meine Bedenken nicht so auslegen, als hätte ich an der Präcision und Naturwahrheit seiner Zeichnungen irgend etwas auszusetzen. Im Gegenteil. Ich hebe es mit Nachdruck hervor, dass sich alle seine Figuren durch peinlichste Genauigkeit in der Ausführung auszeichnen, und dass man aus diesem Grunde

zu schließen berechtigt ist, dass auch in den Präparaten von Prof. Apáthy weder eine klar ausgesprochene Abgrenzung der „Nervenzellen" von den Ganglien, noch die postulierte feine Abstufung in der Stärke auseinanderweichender Fibrillenstränge zu sehen ist. In dem Sinne erwähnte ich, dass sich hie und da in seiner Darstellung eine theoretische Beeinflussung bemerkbar macht. Meines Erachtens nach kulminiert das Neue in Apáthy's Nerventheorien, oder sagen wir in seiner Auffassung, darin, dass sie zum direkten Gegensatze der sogenannten Neuronenlehre geworden ist.

Was ich dagegen aus Apáthy's Arbeit nicht herauslesen oder herausverstehen konnte, das ist die Erklärung physiologischer Verschiedenheiten des Nervenstromes, wie ich ihr in Apáthy's Bemerkungen auf S. 710 begegne. Deswegen will ich, um meine Darstellung abzurunden, den betreffenden Passus hier wörtlich anführen: „Ich möchte überhaupt keine anderen Unterschiede in der Funktion der verschiedenen leitenden Bahnen, als die Richtung des Stromes annehmen. Die verschiedenen physiologischen Funktionen können durch einen Reiz von ganz gleicher Qualität, etwa einfach durch Schwankungen der Stärke des Stromes, der sie beständig durchzieht, ausgelöst werden. Auch die Funktion der Sinneszellen dürfte einfach im Einschalten von Hindernissen in den Weg des Stromes bestehen, etwa durch Modifizierung des Zustandes, in welchem sich die in der Sinneszelle enthaltene Strecke der Leitung befindet".

Dies alles ist mir nach einem gewissenhaften Studium, namentlich der neuesten Publikation, noch nicht klar genug geworden. Nichtsdestoweniger wird ein jeder Leser meines Aufsatzes sicherlich einsehen, dass ich Apáthy's Worte für etwas ganz anderes als eine „minderwertige Reproduktion einer älteren Schrift" halte und so möge getrost jedermann, der sich über die Gesichtspunkte Prof. Apáthy's orientieren will, zu meiner Darstellung greifen, die ihn nicht nur auf die Hauptergebnisse aufmerksam, sondern auch mit allen wesentlichen Einzelheiten seiner Befunde in sorgfältig getroffener Auswahl bekannt machen wird.

Und von der Gründlichkeit meiner Bearbeitung ist zweifellos auch Prof. Apáthy überzeugt. Ich war daher äußerst unangenehm von seiner Bemerkung betroffen, dass seine Arbeit in der Wirklichkeit 10 Tafeln enthält, nach meiner Angabe dagegen nur neun. Die Tafelnummern wurden doch richtig angeführt und sogar einzelne Figuren genau zusammengezählt. Warum also durch Betonung eines unwillkürlichen, vielleicht nur dem Setzer unterlaufenen Schreibfehlers Grund zu einem unliebsamen Missverständnis zu geben? [32]

Dr. Tad. Garbowski.

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und-Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Februar 1899.** **Nr. 4.**

Inhalt: **Reinke**, Gedanken über das Wesen der Organisation (Schluss). — **Karawaiew**, Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum*. — **Eisen**, The Chromoplasts and the Chromioles. — **Ogneff**, Prof. Gilson's „Cellules musculo-glandulaires". — **Zacharias**, Ueber Pseudopodienbildung bei einem Dinoflagellaten.

Gedanken über das Wesen der Organisation.

Von **J. Reinke.**

(Schluss.)

VI.

Der Unterschied zwischen organisierter Substanz und blossen Chemosen beruht also auf dem Dasein oder dem Fehlen von Dominanten. Alle Dominanten aber werden durch andere Dominanten erzeugt, wie alle Intelligenz aus anderer Intelligenz hervorgeht. Bei Herstellung einer Maschine verwandelt sich bewusste Intelligenz in unbewusste; im Gehirn entsteht bewusste Intelligenz aus unbewusster. Beide Arten von Intelligenz, die unbewusste der Dominanten wie die bewusste des menschlichen Gehirns, können nach ihrer Erzeugung völliger Vernichtung anheimfallen. Wenn ein Mönch in stiller Klosterzelle ein Buch schrieb voll hoher Gedanken, wenn er dann starb und das Buch verbrannt wurde, bevor es jemand las, so wurde alle darin enthaltene Intelligenz in nichts aufgelöst, wie auch die Dominanten eines Samenkorns verschwinden, wenn man das Korn verbrennt, ohne dass sie dabei in ein Aequivalent übergingen. Die intelligenten Kräfte sind zerstörbar, die Energie ist es nicht.

Die Erhaltung der in den Pflanzen und Tieren waltenden Dominanten geschieht durch die Vererbung in der Fortpflanzung. Auch darin zeigt sich ein Unterschied zwischen den Dominanten eines Organismus und der in ihm wirksamen Energie: die ersteren werden ererbt, die letztere wird durch Ernährung beziehungsweise durch Assimilation gewonnen. Energie ist übertragbar, Dominanten sind vererbbar.

Digitized by Google

Wenn in der Natur gewisse Erscheinungen in unabänderlicher Folge mit einander verknüpft sind, so sprechen wir von einem Gesetz. In der Ontogenie jeder Spezies der Pflanzen und Tiere verkörpert sich eine grosse Schaar von Dominanten, die durch eine unabänderliche Reihenfolge mit einander verbunden sind. Wegen dieser Gleichheit des ablaufenden Prozesses bei beliebig häufiger Wiederholung desselben repräsentiert die Ontogenie der zu einer Spezies gehörenden Individuen eine Art von Naturgesetz; wie auch der Mensch jeder einzelnen Maschine ein besonderes Gesetz ihres Wirkens auferlegt. Berücksichtigt man nun, mit wie wenigen Naturgesetzen die Mechanik auskommt, so zeigt sich auch darin die ungeheure Komplizirtheit der Biologie.

Auf einem mechanischen Webstuhle werden die Fäden von intelligent wirkenden Dominanten wie von unsichtbaren Händen verknüpft; die der Maschine zugeführte Energie ist nur das unerlässliche mechanische Mittel für diese Arbeit. Die Energie allein vermöchte kein Gewebe zu Stande zu bringen, weil sie blind wirkt und nicht intelligent. Darum ist auch jeder materielle oder energetische Erklärungsversuch der Vererbung von vorne herein als verfehlt zu betrachten, weil es nur blind wirkende Energieen giebt; die Zielstrebigkeit der organischen Entwicklung tritt aber in keiner Erscheinung klarer zu Tage, als in der Fortpflanzung und der Vererbung. Sie wird nur dadurch verständlich, dass wir bei der Keimbildung die Ablösung intelligent wirkender Dominanten vom Mutterorganismus annehmen; mögen uns hierbei auch die Einzelheiten des Vorganges dunkel bleiben, wie bei allen Wirkungen von Dominanten.

Darum halte ich die Annahme von Pangenen, oder der dreifachen Vererbungskörper, die Weismann postuliert, der Biophoren, Determinanten und Ide, für überflüssig[1]); denn wollten wir diese Hypothese machen, so hätten wir doch von den Einzelheiten des Vorganges ebensowenig eine Vorstellung, wie bei meiner dynamischen Theorie. Im Gegenteil, Weismanns Hypothese vermehrt nur die Schwierigkeiten. Denn dann bedürften wir erstens doch Dominanten, um die Biophoren etc. zu bilden, und zweitens wären besondere Dominanten erforderlich, um sie in richtige Bahnen zu leiten und an die Orte zu bringen, wo sie thätig sein sollen. Dies ordnende Walten, das wir unbedingt fordern müssen, kann niemals durch blind arbeitende Energieen geleistet werden, sondern nur durch intelligent wirkende Dominanten.

Die Bildung von Vererbungs-Dominanten in Spermatozoiden und Eizellen wie in geschlechtslosen Sporen ist selbstverständlich geknüpft an ein materielles Substrat; sie ist aber zugleich das Ergebnis dyna-

1) Die Ide sollen Packete von Determinanten sein, die Determinanten Packete von Biophoren, die Biophoren Packete von Micellen oder Molekülen.

mischer Prozesse, die bei jeder Spezies eigenartig verlaufen. Die Einzelheiten dieser Vorgänge werden uns vielleicht immer verborgen bleiben. Einen Schluss aber können wir ziehen aus den der Beobachtung zugänglichen Thatsachen. Wie die Dominanten eines Keims das Erzeugnis und die Folge sind der spezifischen Beschaffenheit der Dominanten des Mutterorganismus, so bringen sie wiederum unter Mitwirkung von Energieen und am Substrate der Chemosen in unabänderlicher Reihenfolge die ganze Schaar der Dominanten hervor, welche den Gang der ontogenetischen Entwicklung eines Tiers, einer Pflanze bestimmen. Jeder vorausgehende Gleichgewichtszustand wird zur Bedingung eines nächst folgenden, den er mit Notwendigkeit erzeugt. Das ist die konsequente Durchführung des Prinzips der Epigenesis im Gegensatz zu demjenigen der Evolution.

Auch die Zielstrebigkeit in der Ontogenie der Organismen wird nur verständlich aus dem Walten intelligent arbeitender Dominanten, die sich eine aus der anderen entwickeln, und die als unsichtbare Baumeister die Stoffteilchen ordnen mit Hülfe der von ihnen dirigirten Energieen, die sie zwingen, sich so zu bewegen, dass der Aufbau einer Pflanze oder eines Tiers zu Stande kommt. Ich brauche es wohl kaum auszusprechen, dass die hierbei in Betracht kommenden chemischen und mechanischen Vorgänge unsere vollste Beachtung verdienen, und dass meine dynamische Theorie der Entwicklung das vollste Verständnis einschließt für die Bedeutung der so fruchtbaren entwicklungsmechanischen Untersuchungen; im Gegenteil, die zwischen Energieen und Dominanten bestehenden Wechselbeziehungen aufzuklären, ist eine unserer dankbarsten Aufgaben, weil sie der Beobachtung und dem Experimente innerhalb gewisser Grenzen sich zugänglich erweist. Nur vermeine man nicht, in der Erklärung der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge mit energetischen Kräften auskommen zu können; die im Organismus thätigen intelligenten Kräfte sind ebenso real wie jene, und geben in letzter Instanz doch den entscheidenden Ausschlag.

Die Entwicklung eines Organismus in seiner Abhängigkeit von inneren und äußeren Bedingungen können wir vergleichen der Entwicklung eines Staatswesens. Der Keim des letzteren bestand vielleicht in einem einzigen Menschenpaare, das von einer größeren Gemeinschaft sich trennte, um sich auf einer unbebauten Insel anzusiedeln. Dies Menschenpaar brachte mit sich die Erinnerung an die Zustände der früheren Gemeinschaft, und indem es sich vermehrte, schuf es aus sich heraus die Anfänge eines Staates, der, von Generation zu Generation sich fortentwickelnd, allen Zuwachs an Körpermasse seiner Teilnehmer der Außenwelt verdankte, während er die politischen Institutionen, die seine Mitglieder verbinden, aus seiner erblich überkommenen Intelligenz hervorbrachte. Jede einzelne Phase in der Entwicklung dieses Staates ward die Grundlage der nächstfolgenden.

Digitized by Google

VII.

Auf einer Störung des morphologischen Gleichgewichts, beziehungsweise auf oscillirenden Schwankungen desselben beruht auch die mit der Fortpflanzung verbundene Variation der Individuen. Wenn wir die Komplizirtheit der Faktoren und den schon dadurch bedingten Grad von Labilität des morphologischen Gleichgewichts eines Organismus berücksichtigen, so werden wir uns über das Vorkommen der Variation nicht verwundern; eher würden wir Anlass zur Verwunderung haben, wenn sie fehlte. Soweit diese Variation auf inneren Ursachen beruht, haben wir sie auf Rechnung geringfügiger Veränderungen im Systeme der Dominanten zu setzen, welche die durch den Speziescharakter gezogenen Schranken nicht überschreiten. Das gilt natürlich nur für den unserer Beobachtung zugänglichen Zeitabschnitt; der Frage, ob im Laufe sehr langer Zeiten die Veränderungen der Dominanten nach und nach grössere wurden, wie es die meisten Descendenztheorieen fordern, soll hierdurch nicht präjudizirt werden. Dass eine sprungweise Variation so gut möglich ist wie eine allmählige, oder, besser gesagt, dass die einmaligen Schritte der Variation eine sehr verschiedene Größe besitzen können, liegt in der Natur der in Betracht kommenden morphologischen Gleichgewichtsverhältnisse.

Nicht nur die Reizbarkeit, sondern auch die Variabilität der Organismen läßt sich daher auf die Stimmung der Dominanten zurückführen.

Die in der Ontogenese zu beachtende Variation hat den Anstoß gegeben zu den phylogenetischen Transmutations Theorieen. Wie in der Ontogenie eine Phase aus der anderen hervorwächst, so hat sich nach diesen Theorieen im Laufe der Erdgeschichte eine Spezies aus einer anderen entwickelt, und die gegenwärtig den Erdball bevölkernden Tiere und Pflanzen sind die Endglieder zahlreicher phylogenetischer Reihen.

Die Phylogenie der Organismen ist zunächst eine Hypothese, die man in Analogie zur ontogenetischen Entwickelung aufgestellt hat. Erhebt man diese Analogie zur Voraussetzung, so muss sie auch vollständig durchgeführt werden. Dann wird die Phylogenie uns zielstrebig erscheinen, wie die Ontogenie zielstrebig ist; ein Postulat, dass in Nägeli's Vervollkommnungstendenz bereits seinen Ausdruck fand. Wir müssen dann annehmen, dass in den ersten Organismen, welche die Erde bevölkerten, analoge Entwicklungs-Impulse enthalten waren, wie in den Keimzellen der heute lebenden Tiere und Pflanzen. Diese Impulse waren Dominanten, die in Wechselwirkung mit den äusseren Lebensbedingungen und in Entwicklungsschritten von säkularer Dauer, aber doch auf analoge Weise, wie in der Ontogenie, die ganze Fülle der lebendigen Wesen hervorgebracht haben, die teils heute noch die

Digitized by Google

Erde bewohnen, teils in ihren versteinerten Ueberbleibseln auf uns gekommen sind.

Jede phylogenetische Theorie muss gewisse Voraussetzungen machen und von ihnen ausgehen. Dabei steht in erster Linie zur Frage, ob nur einmal zu Beginn der Morgendämmerung des Lebens Urzeugung stattgefunden hat, oder ob dieselbe zu allen Zeiten vor sich ging und auch in der Gegenwart noch fortdauert. Das letztere scheint mir schon durch unsere Erfahrung ausgeschlossen zu sein. Darum ist für mich Voraussetzung aller weiteren Betrachtungen, dass nur einmal im Entwicklungsgange des Erdballs Urzeugung auftrat, und zwar Urzeugung höchst einfacher Organismen, muthmasslich einzeln lebender Zellen. Auch die Annahme, dass die ersten Lebewesen von einem anderen Himmelskörper zu uns gekommen seien, schließe ich damit aus: es wäre zu weitläufig, die gegen dieselbe sprechenden Gründe hier aufzuführen.

Mache ich die Hypothese einmaliger Urzeugung zur Voraussetzung, so erscheint es mir wiederum äusserst unwahrscheinlich, dass sich nur einmal eine einzige Zelle gebildet habe. Ich bin der Meinung, dass gleichartige Zellen in großer Zahl gleichzeitig entstanden sein müssen. Damit fällt allerdings die Blutsverwandtschaft aller Organismen unter einander, wie sie auch fallen würde, wenn man wiederholte Urzeugung zuließe. Höchstens könnte man noch eine Blutsverwandtschaft der Urzellen konstruieren durch die weitere Hypothese, dass zuerst eine formlose Protoplasmamasse von ungeheurer Ausdehnung entstanden wäre, etwa wie Huxley's Bathybius, und dass aus dieser die Urzellen, die ich mir als Flagellaten denken möchte, sich in großer Zahl durch Teilung gebildet hätten. Diese Urzellen würde man sich aber auch dann zunächst gleichartig vorzustellen haben; nach unseren heutigen Begriffen als Individuen einer Spezies.

Die Urzellen konnten keine Chemosen sein, sondern sie waren organisirt, sie besaßen Maschinenstruktur; Ernährungs-Assimilations-, Atmungs- und Teilungs-Dominanten mussten in ihnen bestehen, und diese Organisation musste auf ihre Umgebung zweckmäßig reagieren. Kurz, die Elemente des Lebens und der Lebensfähigkeit waren in ihnen bereits vollständig gegeben.

Es ist die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass Milliarden von Urzellen da waren, und dass je eine Urzelle den phylogenetischen Keim bildete für jede einzelne Art, die wir jetzt als lebend kennen, oder die im Laufe der Erdgeschichte ausgestorben ist. Dann würde es gar keine Blutsverwandtschaft unter den Arten geben, sondern lauter von Anfang an getrennte Speziesstämme. Dies halte ich für wenig wahrscheinlich. Schon aus der Paläontologie ergeben sich Anzeichen für das Vorkommen von Umwandlungen eines Art- oder Gattungstypus in einen anderen. Auch giebt es zahlreiche Gruppen der höheren

Digitized by Google

Organismen, welche durch die Systematik in viele Arten und Gattungen eingeteilt werden, die unter einander einen so hohen Grad von Uebereinstimmung zeigen, dass wir immer geneigt sein werden, darin auf Blutsverwandtschaft beruhende Homologie und nicht eine bloße Analogie der Gestalt zu vermuten: aus dem Pflanzenreiche erinnere ich nur an die Familien der Gräser, der Orchideen, der Kompositen, der Umbelliferen. Die phylogenetische Entstehung dieser Familien vermag ich mir nicht anders vorzustellen, als dass z. B. sämtliche Umbelliferen von einer Ur-Umbellifere abstammen. Es giebt aber eine Pflanzengruppe, in welcher diese Transmutation einen äusserst hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gewinnt: das sind die Flechten.

Die Flechten sind eine Klasse des Gewächsreiches, deren historisch erste Arten nur durch die symbiotische Vereinigung eines Pilzes mit einer Alge zu der morphologischen Einheit des Konsortiums entstanden sein können. Die in Betracht kommenden Algen sind einzellig oder Zellfäden, die Flechtenpilze bestanden aus spinnwebigen Myceliumfäden und daran entstandenen Früchten. Durch den Zusammentritt der Alge mit dem Pilze war der phylogenetische Anfang gegeben, worauf sich zwischen Mycelium und Frucht des letzteren der ansehnliche, bei den einzelnen Gattungen höchst verschiedenartige Flechtenthallus einschob, dessen ganze morphologische Struktur eine ebenso vollkommene Anpassung an die Kohlensäure-Assimilation darstellt, wie der Köper der grösseren Meeresalgen, mancher Lebermoose und Phanerogamen. Ein Flechtenthallus wie der von Cetraria, Usnea, Sticta, Cladonia u. s. w. kann unmöglich durch Aufnahme von assimilirenden Algen in einen Pilzkörper der gleichen Gestalt sich gebildet haben, und daher bin ich in meinen eingehenden Studien über die Flechten[1]) zu dem Ergebnisse gelangt, dass diese Gewächse ihre spezifischen Gestalten als Konsortium erworben, ihre Phylogenie als Konsortium und nicht etwa als Pilze durchlaufen haben. Ich glaube, dass für keine Gruppe von Organismen sich der phylogenetische Werdegang aus ihrer vergleichenden Morphologie mit solcher Sicherheit erschliessen lässt, wie bei den Flechten.

Aber auch für die Entstehung zahlreicher anderer Pflanzenformen kann wohl nur Umbildung aus einer ähnlichen Art in Betracht kommen. Ich erinnere noch an die chlorophyllosen Parasiten und Saprophyten unter den Phanerogamen: es erscheint mir äusserst unwahrscheinlich, dass Neottia, Epipogon, Monotropa, Cuscuta, Orobanche, Lathraea u. s. w. im Uranfange des Lebens durch besondere Urzellen vertreten gewesen sein sollten, von denen die Arten dieser Gattungen abstammen würden, wie das einzelne Individuum von einem durch die Mutterpflanze hervorgebrachtem Ei. Somit gelange ich zu dem Ergebnisse, dass zwar für die Gesamtheit der Lebewesen eine polyphyletische Ab

1) Abhandlungen über Flechten. Jahrb. f. wiss. Bot., 1894—1996.

Digitized by Google

stammung besteht, dass aber unter den jetzt bekannten Arttypen viele aus monophyletischen Stämmen entsprungen sind. Damit soll nicht gesagt sein, dass irgend eine lebende Art von einer anderen jetzt existierenden Art abstammt, sondern, wenn Bande der Blutverwandtschaft unter ihnen bestehen, so brauchen dieselben nur auf Vetterschaft zu beruhen.

Zwei Erscheinungen von großer Bedeutung fallen uns auf bei den Organismen: erstens, dass zahlreiche Organe ihres Körpers sich nachweisen lassen als zweckmäßig gestaltet zur Unterhaltung der Lebensverrichtungen; zweitens, dass für viele andere Teile eine solche Zweckmäßigkeit sich nicht feststellen lässt. In Bezug auf die ersteren sprechen wir von Anpassung; die letzteren erscheinen uns als bloße Mannigfaltigkeit der Organisation.

Diese Mannigfaltigkeit kann in vielen Fällen nicht durch Anpassung an verschiedenartige Lebensbedingungen zu Stande gekommen sein, weil zahlreiche Arten eines Typus unter ganz gleichen Lebensbedingungen existieren, und es unwahrscheinlich ist, dass diese Lebensbedingungen bei den Vorfahren der einzelnen Arten verschiedene waren. Ich erinnere nur an die Tausende von einzelligen Diatomeen, von denen manche wohl dem Schweben im Wasser, andere dem Kriechen auf dem Grunde der Gewässer, noch andere dem Angewachsensein an feste, untergetauchte Körper angepasst sind: aber innerhalb jener biologischen Gruppen kommt wieder der größte Formenreichtum vor, und namentlich die Abweichungen in der Skulptur des Kieselpanzers der einzelnen Arten wird man schwerlich einer spezifischen Anpassung zuschreiben dürfen. Fast noch einleuchtender ist die Mannigfaltigkeit bei der Gattung *Caulerpa,* von der man über 50 Spezies und zahlreiche Varietäten unterscheidet. Es sind das alles makroskopisch große, aber einzellige Algen von meist reich gegliedertem Körperbau, in der Gegenwart wohl sämtlich apogam; sie wachsen unter übereinstimmenden äusseren Verhältnissen, nämlich im salzreichen Wasser der Meere wärmerer Erdstriche. An dem monophyletischen Ursprunge aller dieser Caulerpen können wir wohl nicht zweifeln; auch scheint es ein Pflanzentypus von hohem Alter zu sein, da Siphoneen bereits im Silur in grosser Vollendung der Ausbildung vorkommen. In verschiedener Anpassung kann der Grund der Verschiedenheit der Caulerpen schwerlich bestehen; wir sehen uns daher in diesem wie in anderen Fällen ausschließlicher Mannigfaltigkeit zu der Annahme gezwungen, dass die Ursachen der Umbildung und besonderen Ausbildung lediglich innere waren, also lediglich in einer Veränderung des Dominanten-Systems lagen, und dass jede Art in ihrer spezifischen Ausprägung den Lebensverhältnissen genügend angepasst ist, um sich erhalten zu können. Sonst müsste man annehmen, dass die Caulerpen unter ganz verschiedenen Be-

Digitized by Google

dingungen entstanden wären, dass jede Art eine Sonderanpassung an besondere Lebensverhältnisse darstellt, dass sie aber später, als sie unter gleiche Lebensverhältnisse gelangten, ihre Abänderungs- und Anpassungs-Fähigkeit verloren hatten, weil diese sonst dahin hätte wirken müssen, dass die Verschiedenheit der Arten sich ausglich, dass die vielen Formen zu einer einzigen nivellirt wurden. Ich möchte glauben, dass diese zweite Alternative kaum Anhänger finden wird.

Nehmen wir für die Caulerpen einen einheitlichen Ursprung an, so werden wir auf die Thatsache hingewiesen, dass ungleichartige von gleichartigen Formen abstammen. Wenn dies auch im geringerem Maßstabe bei jeder Fortpflanzung in der Variation geschieht, so hat die Erscheinung für uns doch etwas überraschendes, sobald wir die Unterschiede so groß werden sehen, wie bei den Spezies von *Caulerpa*.

Gehen wir auf die Urzellen zurück, so müssen also aus einer Urzelle durch Fortpflanzung nach und nach ganz ungleiche Zellen hervorgegangen sein, und dies Ungleichwerden können wir nur verstehen, wenn wir den Urzellen ähnliche Verschiedenheiten zuschreiben, wie sie ohne Zweifel die Eier z. B. sämtlicher Umbelliferen-Spezies besitzen. Nur dass der phylogenetische Umbildungsprozess sich unendlich viel langsamer vollzog, als die ontogenetische Entwicklung es thut.

Für das Zustandekommen der Anpassungen würde die Blutsverwandtschaft von keiner Bedeutung sein. Man kann sich z. B. vorstellen, dass die einzelnen Arten der Cacteen, die wir zweifellos als Anpassungen an ein dürres und heisses Klima zu deuten haben, aus besonderen Urzellen entsprossen sind und dabei unter identischen Lebensverhältnissen ihre Anpassung im Erwerb der Form, die wir kennen, durchgemacht haben. Die Verschiedenheit der heutigen Spezies könnte auf unscheinbare Verschiedenheit der Urzellen zurückgeführt werden. Trotzdem wird es wohl jedem Botaniker wahrscheinlicher erscheinen, dass alle Cacteen von einem, vermutlich Peireskia-ähnlichen Urcactus abstammen, den wir heute auch zur Familie der Cacteen rechnen würden, und dass bei solchem monophyletischen Ursprunge die Gattungen und Arten der Cacteen ihre Phylogenie als Cacteen durchgemacht haben. Auch in dieser Familie hat die Anpassung sich in einer großen Zahl von Gleichgewichtslagen, in einer großen Mannigfaltigkeit der Formen manifestiert.

Die überwiegende Mehrzahl der jetzt lebenden Arten halte ich für befestigt, für relativ unveränderlich geworden; vielleicht gilt ein gleiches von den auf uns gekommenen ausgestorbenen Tieren und Pflanzen. Es will mir nicht einleuchten, dass die Gegenwart nur den Querschnitt eines dahinflutenden, einem noch fernen Ziele zustrebenden Stromes organischer Entwicklung zeigt, sondern ich glaube, dass wir uns in einer Periode relativen Abschlusses und eines erreichten Stillstandes befinden. Mir scheint dies wahrscheinlich hauptsächlich

Digitized by Google

darum, weil ich der Selection einen keineswegs unwesentlichen Anteil an den umbildenden Ursachen zuschreibe. Sobald wir dies thun, muss die Wechselwirkung derselben mit den Dominanten, d. h. den inneren Entwicklungsimpulsen, bei Voraussetzung hinreichend langer Zeit mit Notwendigkeit zu einem Optimum der Anpassung führen, durch welches die weitere Umbildung sistiert wird, weil die Selection immer wieder auf dies Optimum als auf die stabile Gleichgewichtslage zurückdrängen muss. Ich bin der Meinung, dass die Mehrzahl der Arten unserer gegenwärtigen Flora und Fauna dies Optimum der Anpassung erreicht hat. Selbstverständlich kann dasselbe nur so lange dauern, als die gegenwärtig auf unserer Erde vorhandenen äusseren Lebensbedingungen der Organismen die gleichen bleiben. Eine Aenderung des Klimas würde z. B. das Optimum der Anpassung in den Pflanzen erschüttern, labilisiren; es würden dann wieder neue Umbildungen eintreten können. Ein gleiches kann geschehen, wenn eine Pflanze in ein Land einwandert, das sie bisher nicht bewohnte, z. B. aus Afrika in Australien. Es kann, aber es muss nicht geschehen. Es kommt auch darauf an, ob das System der Dominanten in der Pflanze einer Umbildung unter dem Anstoße der äußeren Energieen noch fähig ist. Ist dies nicht der Fall, so wird die eingewanderte Art sich nicht weiter verändern; sie wird die neuen klimatischen Verhältnisse so wie sie ist ertragen, oder sie wird zu Grunde gehen.

Die Umwandlung der Fauna und Flora beim Uebergang einer erdgeschichtlichen Periode in die nächst jüngere würde man sich danach auf folgende Weise vorstellen können. Es trat zu einer Zeit, wo die Mehrzahl der Organismen ein Optimum der Anpassung erreicht hatte, eine Veränderung der Existenzbedingungen ein. Ein Teil der Arten, der nach seiner Organisation nicht mehr veränderlich war, ertrug diese Veränderung nicht und starb aus. Ein zweiter Teil unveränderlich gewordener Formen ertrug sie und rettete sich in die neue Epoche hinüber. Ein dritter Teil, in dessen Arten das morphologische Gleichgewicht durch die Veränderung des äußeren Faktors labilisiert worden war, ward dadurch zum Ausgang — zu Phylembryonen, wie ich es genannt habe — neuer Formen, die für die Folgezeit charakteristisch waren. Diese umbildungsfähigen Formen dürften kleinere, weniger differenzierte und den Embryonen des Typus vielleicht näher stehende Gebilde gewesen sein. Auch ist nicht ausgeschlossen, dass manche der als Phylembryonen anzusehenden Formen das Optimum der Anpassung nie vollständig erreicht hatten.

Die Ursachen der phylogenetischen Umbildung halte ich für höchst mannigfaltig und verwickelt, und ich glaube, dass nichts verfehlter ist, als dieselbe einem einzelnen „Prinzipe“ zuzuschreiben. Viele Faktoren haben dabei zusammengewirkt. Zunächst innere Impulse, die vom niederen zum höheren, vom einfachen zum komplizierten hinführten,

und die in Dominanten ihren Grund hatten. Daneben machten sich äußere Einwirkungen geltend, welche die Dominanten beeinflussten und diese nach dem Prinzipe der teleologischen Mechanik zu direkter Anpassung veranlassten. Verstärkter Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen führte zum Erwerb oder Verlust von Eigenschaften. Auch Hybridation kam in Betracht. Geriet die Abänderung auf Irrwege, d. h. ergaben sich aus dem Zusammenwirken der genannten und anderer Faktoren Formen, die zur Durchführung des Lebens-Kampfes ungeeignet waren, so wurden sie durch Selektion ausgetilgt. So gravitierte die gesammte Entwicklung der Tiere und Pflanzen zu zahllosen Gestalten, deren jede vermöge ihrer besonderen Konfiguration ein Optimum der Anpassung darstellt. Es existieren offenbar sehr zahlreiche Gleichgewichtslagen, durch welche ein solches Optimum verwirklicht werden kann.

Doch ich will es bei diesen Andeutungen bewenden lassen. Kam es mir doch nur darauf an, zu zeigen, dass die Energetik zur Erklärung der Organisation nicht ausreicht, dass wir außer den Energieen der Annahme von Dominanten oder intelligent wirkenden Kräften in den Organismen bedürfen, um uns die Lebenserscheinungen begreiflich zu machen. Auch in den ersten und unvollkommensten Lebewesen mussten schon Dominanten ihre Herrschaft ausüben; dadurch unterschieden sie sich von Chemosen jeder Art, in denen nur chemische Energie thätig ist.

Zerriebenes oder zerquetschtes Protoplasma ist kein Organismus mehr, wie eine im Mörser zu Brei zerriebene Nacktschnecke keine Schnecke mehr ist. Die Chemosen sind geblieben, aber die Organisation ist zerstört; die Dominanten sind vernichtet. [122]

Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum*.

Von **W. Karawaiew**,
Assistent am zoologischen Laboratorium der St. Wladimir-Universität zu Kiew.

Mit 19 Textabbildungen.

Die Larven von *Anobium paniceum* sind leicht in großer Anzahl zu jeder Jahreszeit zu haben. Sie nagen trockenes morsches Holz, altes Papier, Leder u. dergl., mit Vorliebe fressen sie aber Kleie, woher auch der Artname dieses Käfers kommt. Für meine Kulturen benutzte ich Kleie, in welcher ich die Larven in großen weithalsigen Gläsern hielt. Die Larven verpuppen sich in kleinen Gehäusen, welche aus Kleieschüppchen zusammengeklebt werden; mit Vorliebe verpuppen sie sich dicht an der Oberfläche des Gefäßes, wobei sie die Wand desselben in der Weise benutzen, dass sie die Wand des Gehäuses nur von der entgegengesetzten Seite bauen; da dabei im Falle eines Glasgefäßes die Larven, resp. deren Entwicklungsstadien, leicht zu be-

obachten sind, so verdienen für Kulturen Glasgefäße den Vorzug. Um den entwickelten Käfern den Austritt aus dem Gefäße zu verhindern und sie zu zwingen die Eier in demselben abzulegen, band ich den Hals des Gefäßes mit einem leichten Tuche zu. Wenn man das Gefäß mit den *Anobium*-Larven im Winter in einem warmen Zimmer, besonders am Ofen, hält, so vermehren sich die Käfer sogar im Winter und man kann somit das ganze Jahr hindurch Larven auf verschiedensten Entwicklungsstadien in gewünschter Zahl haben.

Die Puppenperiode dauert 10—14 Tage, die gesamte Metamorphose aber, die noch viel früher anfängt, beträgt, je nach der Temperatur, drei Wochen und mehr.

Für die Fixierung des Materials bediente ich mich einer besonderen Methode, welche in einer kombinierten Anwendung hoher Temperatur mit nachträglichem Einfrieren und Oeffnen der Larven behufs Einwirkung gewöhnlicher Fixierungsflüssigkeiten besteht[1]).

Es ist gut bekannt, dass das Fixieren der Insektenlarven, sowohl wie deren Imagines, wenn es sich um das Fixieren des ganzen Tieres handelt, große Schwierigkeiten darbietet, da die äußere Chitincuticula dem rechtzeitigen Eindringen der bekannten Fixierungsflüssigkeiten einen unüberwindlichen Widerstand darbietet. Wenn sie auch eindringen, so geschieht das so langsam, dass die Gewebe Zeit haben, sich gänzlich zu verändern; eine Ausnahme machen nur sehr junge Larven und alte gleich nach der Häutung, bei welchen der Chitinüberzug noch sehr zart ist.

Um die genannten Hindernisse zu beseitigen, wandte man schon längst das Oeffnen der Larven an, indem man mittels eines Skalpels einen Schlitz machte oder mit einer Scheere ein Stückchen der Larve abschnitt. Es ist klar, dass für das rechtzeitige Eindringen der Fixierungsflüssigkeiten die Fläche des Anschnittes der Größe des gesamten Tieres entsprechen soll. Ohne Zweifel ist die Operation des Anschneidens eine sehr grobe und hat in der nächsten Region starke Dislokationen und Veränderungen in der Struktur der Organe zu Folge; besonders grob ist sie für sehr kleine und weiche Objekte, welche sehr schwer in den Fingern zu halten sind und dabei unvermeidlich mehr oder weniger gedrückt werden. Dem gesagten muss man noch einen anderen ungelegenen Umstand zufügen: bei vielen jungen Insektenlarven existiert ein gewisser innerer Druck, welcher beim Fixieren und der daraus resultierenden Verkürzung der Muskeln noch beträchtlicher wird; als Folge daraus erscheint ein unangenehmes Herauspressen eines Teiles der inneren Organe durch den Anschnitt nach außen. Um die Wirkung dieses Umstandes abzuschwächen und wegen

1) W. Karawaiew, Ueber kombiniertes Abbrühen und Einfrieren bei der Fixierung der Insektenlarven. Protokolle der Sitzungen der Kiewer Naturforschergesellsch., Bd. XVI (russisch).

Digitized by Google

der technischen Schwierigkeiten des Anschneidens machte man den Anschnitt nicht von der Seite, wobei eine Hälfte des bilateralsymmetrischen Tieres intakt bliebe, sondern schnitt einfach das eine der zwei Enden der Larve, das Vorder- oder das Hinterende, ab. Bei der Untersuchung von Serienschnitten musste man das abgeschnitte Ende nach anderen Larven desselben Alters rekonstruieren, welchen das entgegengesetzte Körperende abgeschnitten war. Es ist klar, dass eine solche Methode große Unzuträglichkeiten darbietet, besonders im Falle eines spärlichen Materials.

Um eine rasche Fixierung der Gewebe der Insektenlarven zu ermöglichen, schlug schon van Rees [1]) ein vorläufiges Abbrühen derselben mittels heißen Wassers vor und von dieser Zeit an bedienten sich fast alle Untersucher der inneren Insektenmetamorphose dieser Methode; auch ich bediente mich derselben bei der Untersuchung der Ameisen [2]), Eine nachträgliche Einwirkung der Fixierungsflüssigkeiten ist auch hier nötig, sowohl wie das Oeffnen der Larven, hier ist aber der Vorzug da, dass alle Gewebe sich in einem geronnenen Zustande befinden; dasselbe gilt auch für das Blut, welches die Zwischenräume der Organe ausfüllt und welches dieselben in ihrer früheren Lage mehr oder weniger fest zusammenhält. Aber auch hier bleibt dieses „mehr oder weniger", da es bei dem Anschneiden, besonders kleiner und zarter Objekte, nicht möglich ist ein Drücken zu vermeiden und die Operation doch ziemlich grob bleibt.

Gegenwärtig ist es mir gelungen, auch diesen letzteren Nachteil der beschriebenen Methode zu vermeiden, nämlich, indem ich das Einfrieren des vorher der Wirkung der erhöhten Temperatur unterworfenen Objektes anwende. Wie früher, tauche ich die Larve in auf ca. 80° C erwärmtes Wasser auf einige Sekunden, je nach der Größe, ein und unterwerfe sie dann dem Einfrieren mittels Pulverisierung mit Aether. Das Einfrieren geschieht auf einer kleinen Blechplatte, welche in wagerechter Lage auf einem Stativ befestigt wird. Die Larve, oder noch besser, einige Larven gleichzeitig, werden in seitlicher Lage, jede in je einem Tropfen Wasser auf die Oberfläche der Blechplatte gelegt; wegen der Neigung der Larven in dem Wassertropfen, die Bauchseite nach oben zu kehren, ist es zweckmäßig, auf der Blechplatte, mittels eines entsprechenden Druckes, kleine längliche Vertiefungen zu machen, in welche die Larven dann in seitlicher Lage eingelegt werden. Die Blechplatte wird sofort von unten mit Aether pulverisiert, was mittels eines gewöhnlichen Ballonpulverisators geschieht; am besten macht

1) van Rees, Beiträge zur Kenntnis der inneren Metamorphose von *Musca vomitoria*. Zool. Jahrb. von Spengel, Abt. f. Anat u. Ontog., 3. Bd., 1889.

2) W. Karawaiew, Ueber die innere Metamorphose bei Ameisen. Vorläufige Mitteilung. Zool. Anzeiger, 1897, Nr. 543.

Derselbe, Die nachembryonale Entwicklung von *Lasius flavus*. Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. LXIV, Heft 3, 1898.

Digitized by Google

man das am Zug eines Ofens. Das Einfrieren geschieht binnen weniger Sekunden, wonach mit einem scharfen Messer von der Seite der Larve ein dünner Streifen entfernt wird. Jetzt lasse ich die Larve auftauen und übertrage sie in eine der gewöhnlichen Fixierungsflüssigkeiten, deren Bestimmung ist, die Gewebe mittels einer chemischen Veränderung für die nachfolgende Färbung vorbereiten.

Bei dem Abschneiden eines seitlichen Streifens nach der beschriebenen Methode erfährt der bleibende Teil der Larve selbstverständlich nicht den geringsten Druck. Die Untersuchung von Serienschnitten nach meiner Methode bearbeiteter Larven zeigt, dass die inneren Organe gar keine Dislokationen, keine Veränderung der Form, erfahren und dass die Fläche des Anschnittes ganz regelmäßig bleibt. Es ist schon längst bekannt, dass eine Temperatur von 80° für die Gewebe keine schädliche Wirkung hat; dasselbe gilt auch für das Einfrieren, welches oft für andere Objekte, ohne vorhergehendes Abbrühen, beim Schneiden eingefrorener Objekte mit dem Mikrotome, angewandt wird.

Als Fixierungsflüssigkeit diente mir bei der Bearbeitung der *Anobium*-Larven fast ausschließlich die Kleinenberg'sche Flüssigkeit, welche ich ungefähr einen Tag lang einwirken ließ. Ich färbte die Larven ausschließlich in toto, mit alkoholischem Boraxkarmin und Alaunkarmin, nach Grenacher.

Fig. 1.

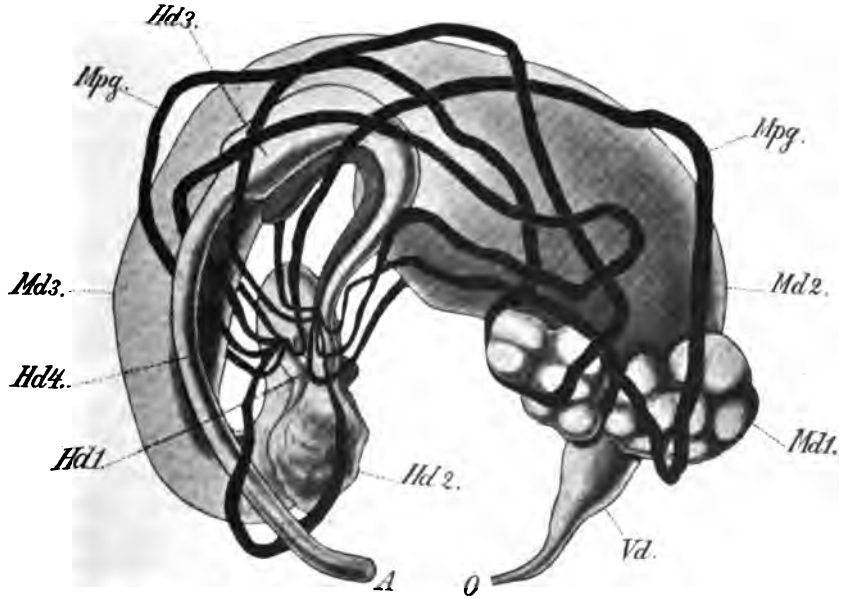


Fig. 1. Aeußere Ansicht des Darmkanals von *Anobium paniceum* von der rechten Seite, bei schwacher Vergrößerung.

Die Larven von *Anobium paniceum* sind ziemlich klein, die weiblichen, vor der Verpuppung — bis ungefähr 2,5 mm lang, die männ-

Digitized by Google

lichen etwas kürzer. Dank einer so geringen Länge ist die Zahl der Querschnitte einer Serie nicht groß, so dass man für die Uebersicht derselben nicht viel Zeit braucht, die Zellen sind aber größtenteils sehr klein, weshalb manche histologische Vorgänge leider sehr schwer zu beobachten sind.

Die jungen Larven sind weiß, sichelförmig gekrümmt. Im allgemeinen sind sie weichhäutig, nur der Kopf besitzt einen härteren Chitinüberzug. Die larvalen Beine entwickeln sich sehr früh, ebenso wie die Mundwerkzeuge, welche, besonders die Mandibeln, der Lebensweise entsprechend, sehr kräftig entwickelt sind.

Der Darmkanal der jungen Larve ist viel länger als die Larve selbst und windet sich deshalb in verwickelter Weise. Wir wollen ihn näher beschreiben mit Hilfe der nebenstehenden Abbildung (Fig. 1), welche die Ansicht des ganzen Darmkanals einer sehr jungen Larve in natürlicher Lage von der rechten Seite bei schwacher Vergrößerung darstellt und nach einer Längsschnittserie rekonstruiert ist. Der gesamte Darmkanal ist, wie die Larve selbst bei ihrer gewöhnlichen Lage, sichelförmig gekrümmt; das Vorderende desselben befindet sich rechts, die Rückenseite oben. Wir sehen, dass der Vorderdarm *Vd* von der Mundöffnung an sich allmählich erweitert und, wie wir es später sehen werden, stülpt er sich beim Uebergang in den Mitteldarm ein wenig in das Lumen desselben ein. Der Mitteldarm bildet den umfangreichsten Abschnitt des Darmkanals. Er lässt sich bei der jungen Larve in drei Abschnitte einteilen; der vorderste *Md 1*, welcher mit dem nächsten *Md2* den dicksten Teil des Mitteldarmes, sowie des gesamten Darmes, darstellt, zeichnet sich durch Auswüchse der Wand aus, die, wie traubenförmige Anschwellungen, zu beiden Seiten stark hinausragen; dieser Abschnitt ist kurz und übergeht ohne Gradation in den nächsten Abschnitt. Dieser letztere ist viel länger, mit dem ersteren zusammen macht er fast die halbe Länge des Mitteldarmes aus, und übergeht, indem er von der Bauchseite eine starke Einschnürung erfährt, in den cylindrischen dritten Abschnitt *Md3*. Bei jungen Larven biegt sich dieser Abschnitt unweit vom Hinterende des Körpers zur Bauchseite und weiter in entgegengesetzter Richtung um; sein Ende erreicht den erweiterten Abschnitt nicht; es biegt sich ein wenig wieder auf die rechte Seite und geht in den Hinterdarm über. Auf der Grenze beider Darmabschnitte entspringen die sechs Malpighi'schen Gefäße *Mpg*, welche auf der Abbildung schematisch tiefschwarz dargestellt sind. Der Hinterdarm lässt vier Abschnitte unterscheiden. Der erste, in Form eines dünnen kurzen Rohres *Hd1* läuft in der Richtung nach hinten und etwas rechts und geht in einen ebenfalls kurzen aber aufgetriebenen Abschnitt *Hd2* über; der dritte Hinterdarmabschnitt *Hd3* fängt wieder mit einem dünnen Rohr an, welches eine ziemlich große Länge erreicht und allmählich etwas an

Digitized by Google

Dicke zunimmt; er entspringt vom erweiterten zweiten Abschnitt nahe von der Mündung des ersten und läuft eine Strecke nach vorn, biegt aber allmählich in der Richtung zur Rückenseite und nach hinten um; dieser Hinterdarmabschnitt steht in sehr naher Beziehung zu den Endabschnitten der Malpighi'schen Gefäße, wovon bald ausführlicher die Rede sein wird; der dritte Hinterdarmabschnitt geht in den dünnen langen, der ganzen Länge nach, gleichförmigen vierten Abschnitt *Hd 4* über, welcher sich bogenförmig bis zur Analöffnung *A* erstreckt.

Figuren 2—5.

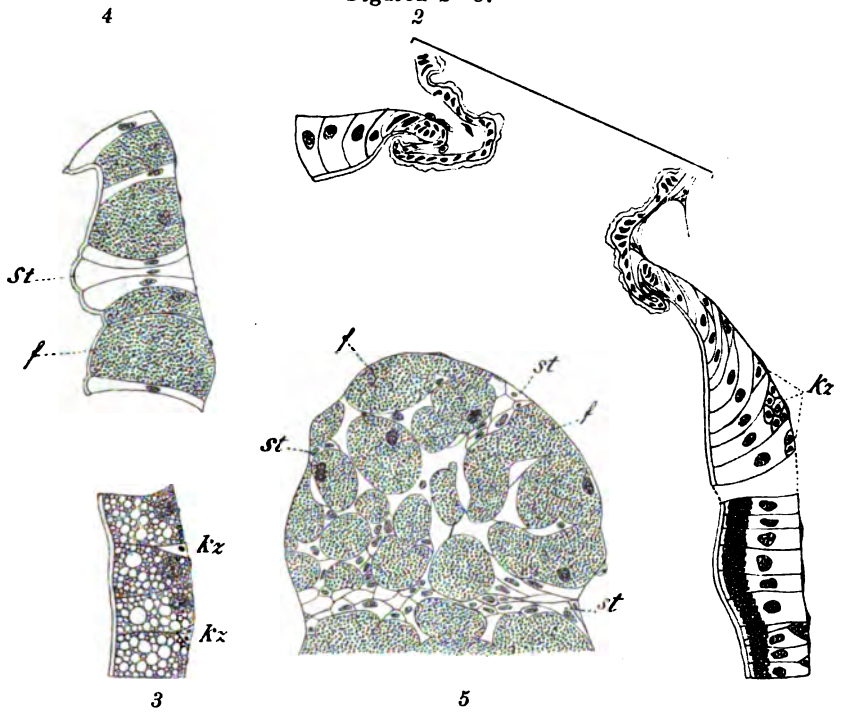


Fig 2. Medianschnitt durch die Uebergangsstelle des Vorderdarms in den Mitteldarm einer jungen *Anobium*-Larve; unten rechts ein Abschnitt der Mitteldarmwand, mit dem vordersten mittels zweier punktierter Linien vereinigt, welcher ziemlich weit nach hinten liegt, mit einer großen Anzahl von Vakuolen; *Kz* = imaginale Kryptenzellen des Epithels. ca. 360/1.

Fig. 3. Stückchen eines Schnittes durch die Mitteldarmwand einer anderen etwas älteren Larve, aus dem zweiten erweiterten Mitteldarmabschnitt, noch stärker vakuolarisiert. ca. 360/1.

Fig. 4. Querschnitt der Mitteldarmwand aus den seitlichen Partien des vordersten Abschnittes der Larve der Fig. 2; die aufgetriebenen Zellen enthalten massenhaft kleine Flagellaten. ca. 360/1.

Fig. 5. Flächenschnitt der Wand desselben Mitteldarmabschnittes derselben Larve. ca. 360/1.

Bei den *Anobium*-Larven giebt es gar keine Speicheldrüsen oder irgend welche Drüsen, welche sich in die Mundöffnung oder in der

Digitized by Google

Nähe desselben öffneten. Dieser Umstand ist desto sonderbarer, da die Larven die Kleieschüppchen zusammenkleben und sich aus diesem Material ein Gehäuse bauen. Die Frage — ob die Larven als Klebemittel eine Flüssigkeit gebrauchen, welche sie aus dem Darmkanal durch die Mundöffnung ausstoßen, oder dazu vielleicht ihre Fäkalien verwenden — bleibt offen.

Wir gehen jetzt zur Histologie des Darmkanals über. Die Wand des Vorderdarms oder Speiserohres ist ziemlich dünn und besteht aus einem niedrigen Epithel, von Innen überzogen mit einer feinen chitinigen Membran, von Außen mit einer Muskularis, aus einer Schicht Ringfasern bestehend.

Wie ich schon oben bemerkte, bildet sich bei der *Anobium*-Larve, beim Uebergang des Vorderdarmes in den Mitteldarm, eine Einstülpung des ersteren in das Lumen des letzteren. Diese Einstülpung, welche wir auf Fig. 2 auf einem Medianschnitte sehen, ist wohl einer ähnlichen Einstülpung homolog, die Kowalevsky bei den Fliegen[1]), ich bei den Ameisen[2]) und A. Möbusz[3]) bei *Anthrenus verbasci* beobachtet haben; sie ist hier ziemlich schwach entwickelt, ähnlich wie bei *Anthrenus*, nicht aber wie bei den Fliegen und Ameisen. Auf unserer Fig. 2 ist die Vorderdarmeinstülpung im oberen Teil der Abbildung, gleich hinter dem kurzen abgebildeten freien Abschnitte des Vorderdarmes zu sehen; nach dem histologischen Charakter des Epithels zu urteilen und nach Analogie mit anderen Insekten, gehören beide Wände der Doppelfalte dem Vorderdarme an.

Die Mitteldarmwand ist viel dicker, besonders bei den zwei ersten Abschnitten, wobei sie, fast ausschließlich von dem Epithel gebildet wird. Der vorderste Abschnitt des Mitteldarmes unterscheidet sich von dem nächstfolgenden in dem Charakter seiner Wand nur in den beiden seitlichen Partien, welche die schon genannten Auswüchse bilden; oben und unten befindet sich zwischen diesen Partien ein schmaler sich nicht ausstülpender Wandstreif, welcher in seinem Charakter vollständig dem zweiten Abschnitt des Mitteldarmes gleicht. Wenn wir also einen Medianschnitt untersuchen, so beobachten wir, wie auf Fig. 2, einen im wesentlichen überall gleichartig gebauten Abschnitt der Mitteldarmwand. Links auf der Abbildung ist der Platzersparnis wegen ein kürzerer Abschnitt der Mitteldarmwand dargestellt, rechts — ein etwas längerer; auf derselben Seite ferner ist noch ein Stückchen Mitteldarmwand zu sehen, welches dem zweiten erweiterten

1) A. Kowalevsky, Beiträge zur Kenntnis der nachembryonalen Entwicklung der Musciden, I. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XLV, 1887.

2) l. c.

3) A. Möbusz, Ueber den Darmkanal der *Anthrenus*-Larve nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration. Archiv f. Naturgesch., 63. Jahrg., Bd. I, 2. Heft, 1897.

Digitized by Google

Abschnitte des Mitteldarmes gehört und vom Vorderende desselben ziemlich entfernt liegt; mit dem vordersten Abschnitte der Mitteldarmwand ist dieses Stückchen mittels zweier punktierter Linien verbunden. Beim Ansehen der Abbildung sehen wir, dass die Mitteldarmwand von einem ziemlich hohen Epithel gebildet wird; bei der Untersuchung von Flächenschnitten erscheinen die Querschnitte der Epithelzellen polygonal. Die Epithelzellen enthalten gerundete Kerne; ihr Protoplasma ist feinkörnig und besitzt eine große Neigung zur Bildung von Vakuolen; bei dem auf Fig. 2 abgebildeten Exemplar ist das Protoplasma des Epithels des medianen Streifens des vorderen Mitteldarmabschnittes vakuolenfrei, weiter nach hinten beobachtete ich aber bei allen Zeilen zwischen dem Kern und der inneren Oberfläche des Epithels eine große Ansammlung kleiner Vakuolen, wie wir das auf der genannten Abbildung unten sehen; nur eine dünne oberflächliche Schicht Protoplasmas diesseits, das Protoplasma um die Kerne herum und jenseits derselben, erscheint vakuolenfrei. Bei anderen Larven beobachtet man noch größere Ansammlungen von Vakuolen und manchmal erscheint das Epithel fast in seiner ganzen Dicke vakuolarisiert; die Vakuolen erreichen dabei oft viel ansehnlichere Dimensionen, wie man das auf Fig. 3 sieht, welche einen Schnitt durch die Mitteldarmwand einer etwas älteren Larve darstellt; bei dieser Larve enthält das Epithelprotoplasma überall Vakuolen und erscheint wie ein großblasiger Schaum. Am kleinsten sind die Mitteldarmepithelzellen im vordersten Teil, gleich hinter der Vorderdarmfalte, am größten im mittleren Abschnitte, im hintersten dritten Abschnitte nur ein wenig kleiner. Am Hinterende des Mitteldarmes bildet das Epithel eine ringförmige Pylorialklappe, wie bei *Anthrenus* (Möbusz), welche sich etwas in den Hinterdarm einstülpt. Das Mitteldarmepithel besteht aber nicht ausschließlich aus Epithelzellen von dem beschriebenen Charakter; wie auch bei den übrigen darauf untersuchten Insekten, befinden sich in der Peripherie der Epithelschicht, gleich unter seiner äußeren Oberfläche, einzeln und gruppenweise zerstreute kleine Zellen (Fig. 2 u. 3, *Kz*), welche wohl die bekannten imaginalen Kryptenzellen sind, auf deren Kosten die Regeneration des Epithels geschieht; ihr Protoplasma enthält keine Vakuolen. Die innere Oberfläche der Epithelschicht ist von einer gut unterscheidbaren Intima, oder dem Randsaume, überzogen, welcher ganz so wie bei den Ameisen aussieht. Eine äußere Membrana propria konnte ich nicht wahrnehmen, obschon sie vielleicht auch existiert, aber zu fein ist. Die Außenfläche des Mitteldarmes erscheint von einer Peritonealschicht überzogen, die bei jungen Larven äußerst locker ist (Fig. 2, 3 u. 4 — rechts) und nur aus hie und da gelegenen kleinen platten Zellen besteht; später differenzieren sich diese Zellen in zirkuläre Muskelzellen und zwar zuerst in dem engeren Endabschnitte des Mitteldarmes.

Digitized by Google

Wir gehen jetzt zur ausführlicheren Beschreibung des vordersten Abschnittes des Mitteldarmes über. Ich bemerkte schon, dass hier die Darmwand zwei seitliche, geschwulstähnliche Ausstülpungen bildet; wir beobachteten sie von außen auf Fig. 1 bei *Md 1*, wo sie auf der abgebildeten Seite wieder in zwei sich trennende Massen zerfallen; jede Masse besteht ihrerseits aus kleineren gerundeten Ausstülpungen, die Zahl, Größe und Verteilung aller dieser Ausstülpungen ist unbeständig. Wenn wir die Wand dieses Mitteldarmabschnittes auf Schnitten untersuchen, so sehen wir, dass sie ebenfalls fast ausschließlich aus einer einfachen Epithelschicht besteht, welche noch dicker ist, als bei dem benachbarten Mitteldarmabschnitte. Hier (Fig. 4) unterscheiden wir auf den ersten Blick zwei Zellenarten des Epithels, welche sich sowohl durch ihre Form und Größe, wie auch durch ihren Inhalt schroff unterscheiden. Erstens sehen wir große annähernd isodiametrische Epithelzellen (Fig. 4, *f*), welche auf Flächenschnitten der Wand, wie auf Fig. 5, *f*, gerundete Umrisse zeigen und deren Inhalt grobkörnig erscheint, zweitens andere Zellen, welche in Bezug zu den ersteren als Stützzellen bezeichnet werden können (Fig. 4 u. 5, *st*), und welche typische Epithelzellen darstellen, ganz ähnlich den Epithelzellen des medianen Streifens und der übrigen Mitteldarmabschnitte. Auf Querschnitten der Darmwand (Fig. 4, *st*) erscheinen sie als hohe gebogene Zellen; wenn sie gruppenweise getroffen werden, wie auf der genannten Figur in der Mitte, so sieht die Gruppe auf dem Schnitte bikonkav aus, also die Gruppe erscheint in der Mitte gleichmäßig eingeschnürt. Bei Untersuchung von Flächenschnitten der Darmwand (Fig. 5) sehen wir, dass die „Stützzellen" ein Reticulum bilden, dessen Fenster einzelne körnertragende Zellen einschließen. Das Protoplasma der „Stützzellen" ist feinkörnig, es enthält auch Vakuolen, wie bei den Epithelzellen der übrigen Mitteldarmabschnitte, obschon nicht immer; die Zahl, sowohl wie die Größe der Vakuolen, ist auch hier eine inkonstante. Nicht alle „Stützzellen" sind so groß, wie die soeben beschriebenen und nicht alle reichen von der einen Oberfläche der Darmwand bis zur anderen; wie in den übrigen Mitteldarmabschnitten, giebt es auch hier kleine Kryptenzellen, welche die gleiche peripherische Lage und denselben Charakter haben; der abgebildete Schnitt (Fig. 4) hat sie nicht getroffen, dennoch sind sie leicht zu beobachten und haben ein eben solches Aussehen, wie auf Fig. 2 und 3.

(Schluss folgt.)

The Chromoplasts and the Chromioles.

By Prof. **Gustav Eisen**,
California Academy of Sciences, San Francisco.

Through the kindness of Dr. F. Doflein of the Zoological Museum of München, I have had the privilege of receiving a copy of Professor

Digitized by Google

Richard Hertwig's paper: „Ueber die Bedeutung der Nucleolen" (Separatabdr. aus den Sitzungsber. der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München, 1898, Heft 1). The conclusions arrived at by the author interest me the more because they are in some points almost identical with those of my own, the latter being the results of a study of the spermatogenesis of *Batrachoseps attenuatus*, a batrachian common in California. A preliminary account of these investigations will appear this winter in the „Biological Bulletin", the forthcoming new organ of the Biological Station at Woods Holl.

The very earliest large cells in the testes are the polymorphous spermatogonia. They are not only the largest cells in the testes but are also the most interesting. The nucleus of this cell is polymorphous as regards form; that is, the nuclear wall is deeply folded without any apparent irregularity. In this stage of the cell we can not speak of chromosomes as they do not exist in any form, shape, or manner. What we see is a large number of minute granules of even size and shape, and all capable of being stained intensely by the iron-haematoxylin method. By a proper afterstaining with congo-red, we find that there are other granules, small and large, and which are of a distinctly different nature from the dark-staining ones. By this method we also demonstrate without any difficulty the two kinds of nucleoli, as well as the various structures of the cytoplasm. The first-mentioned granules are the chromatin elements which in time will form the chromosomes. For these granules, which are of constant size, form and number, I have proposed the name chromioles. In the polymorphous spermatogonium these chromioles are scattered along the nuclear membrane and are connected with each other by threads of linin, like strings of pearls. The chromioles are perfectly round, and uniform in size. In the earliest stage of the spermatogonium they lie isolated from each other, later on, under certain conditions, they are grouped in threes. If we now turn to the other elements in the nucleus we find them to be as follows:

The linin granules already referred to, which vary in size only apparently, some being placed or distributed singly while others are bunched together. Their function is to connect the chromioles with each other, as well as to connect and support the chromosomes after the latter are formed.

With the method employed as stated above, the chromioles stain black or grey, while the linin granules stain brick red. The larger elements in the nucleus belong to two distinct structures known as nucleoli, true nucleoli and net-knots.

For reasons that will appear later on, and also for the sake of clearness, I have proposed to call the net-knot chromoplast, while for the true nucleolus I suggested the name of lininoplast.

Digitized by Google

The chromoplast stains intensely dark, just like the chromioles, while the lininoplast stains like the linin granules. There may be one or more chromoplasts, and there may be several lininoplasts. The lininoplasts are nearly always round and are never seen in division, while the chromoplasts are often seen to be in state of direct division. They may be either round or oblong, even or contracted in the centre. In the early stages the chromoplasts lie entirely free from the chromioles, surrounded only by a radiating halo of linin-threads. As far as mitosis is concerned the cell-stage just described is the one of absolute rest. The various constituents of the cell are at this stage simply in a state of metabolism, preparing themselves for the future work of mitosis. The first sign of an ushering in of the latter consists in a movement of the chromioles. These are apparently attracted by the chromoplast, and we soon see the chromoplast surrounded by a number of strings of chromioles, for which strings I have proposed the name of leaders. These leaders approach the chromoplasts from all sides and connect with it.

In the beginning, the number of leaders may be variable, but later on we find that there are as many leaders as there are to be chromosomes in the fully developed nucleus. At the end of this stage we find in *Batrachoseps* twelve leaders attached to one or two chromoplasts. All the chromioles are now connected to form leaders none being left free in the nucleus. In the early stage we find that each leader consists of a single row of chromioles, more or less surrounded by a thin film of a distinct and particular chromoplasma — probably derived from the chromoplast — and strung together by a thread formed of linin granules.

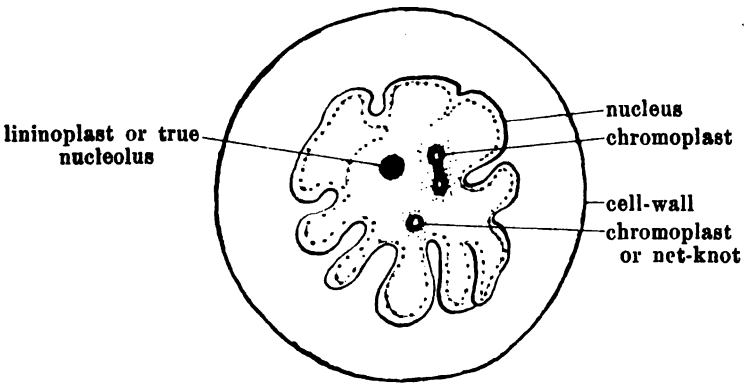
As the leaders develop we find that the chromioles group themselves by threes, thus forming incipient chromomeres. The leaders now begin to contract more and more, and at the end of this stage we find in the nucleus, which by this time has become perfectly round, one or more chromoplasts connected with twelve leaders made up of a constant number of chromomers, each chromomere containing three chromioles. In the next stage of the nucleus the chromosomes become differentiated in the following manner:

The leaders split lengthwise, but the distal ends remain connected with, or rather are held together by the chromoplast. The splitting of the leader is caused primarily by the splitting into two of each chromiole and chromomere. Immediately preceeding the splitting of the leaders the chromomeres each contain six chromioles. This number is constant, and from now on in every fully developed chromomere we shwall always find six chromioles. An account of the process of the formation of the chromosomes is outside of the scope of this paper, but has been fully set forth in the preliminary report mentioned above.

Digitized by Google

It must suffice to state here that in time the leaders separate from each other, but to each leader, which now may be termed a chromosome, remains attached a part of the original chromoplast. It may naturally be asked how do we know that such is the case. The answer is this: The chromoplast can nearly always be recognized by its structure. It always contains certain highly refractive granules, which are seen in the chromoplasts no matter in what stage of development the nucleus may be. These granules are the landmarks by which the chromoplasts may always be recognized. Thus, when the chromosomes are in the equator of the cell, the chromoplast is seen in one side of the centre in the ring-like chromosome. The subsequent division of the chromosome is through a simple equation, and passing through the chromoplast, gives each new or daughter-chromosome an equal share of the chromoplast. The chromoplast is now situated at the end of one of the limbs of the horse-shoe-shaped chromosome. The next stage is an umbrella or ring-like nucleus. This stage, far from being caused by imperfect fixing methods, is an absolute necessity, as being the only means by which the chromoplasts can change place. Let us understand this clearly. Before the chromosomes enter the ring-like nucleus the chromoplast is found at the very point of one of the limbs. When in the next cell — the spermatocyte — the chromosomes reappear, we find that the chromoplast has changed its position. It is no longer found at the apex of one of the limbs, but is seen to be located at the very angle where the two limbs meet. This change of locality takes place in the ring-shaped nucleus, in which the chromomeres and chromosomes loose their individuality, the chromioles and chromoplasts remaining.

1.



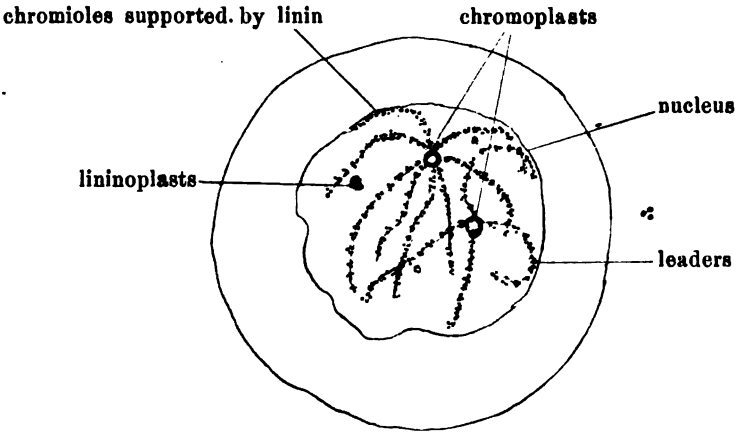
1. Polymorphous spermatogonium. The black, dark granules are the chromioles. The light colored granules are the linin granules, here represented as a thread only. The cell is in perfect rest. Only a few chromioles are indicated.

Digitized by Google

I have found the chromioles and the chromoplasts in all cells capable of mitosis which I have investigated, and I have come to the conclusion that they are constant elements in all cells. The leucocyte is of almost identical structure with the polymorphous spermatogonium. We find in it the scattered chromioles, and among them a varying number of chromoplasts, the latter of larger size and more intense staining quality.

The lininoplast, or true nucleolus, is, according to my conclusions, principally a storage reservoir of linin granules, and has somewhat the same relative influence on the linin granules as the chromoplasts have on the chromioles.

2.



2. Polymorphous spermatogonium. Two chromoplasts connected with 12 leaders or incipient chromosomes. Each leader with chromomeres containing 3 chromioles each. Three lininoplasts.

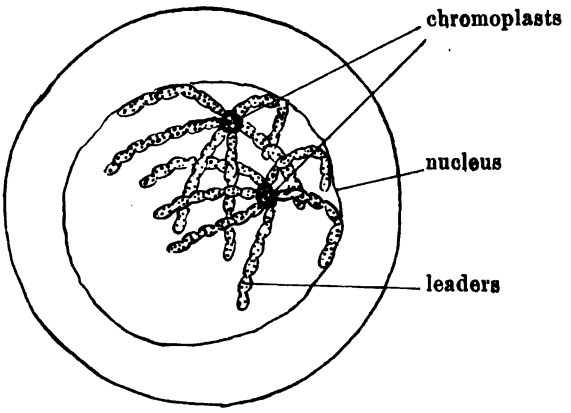
Again, regarding the chromioles:

These minute bodies are the only constant parts of the chromosomes. The formation of the chromosomes is due to an independent process, so to say, presided over by the chromoplast, and in every respect independent of the centrosomes. The mitosis as a whole is the result of two parallel but independent processes, which run parallel for a time, but touch at certain points and aid each other in accomplishing their mutual ultimate purpose. In other words, the chromoplasts prepare and form the chromosomes, the centrosomes accomplish their proper mitosis.

The number of the chromioles is constant in every species. In *Batrachoseps* the perfect chromosome contains six chromomeres, three in each limb of the chromosome. Each chromomere contains six chromioles, which makes for each chromosome 36 chromioles, and for the whole nucleus 432 chromioles.

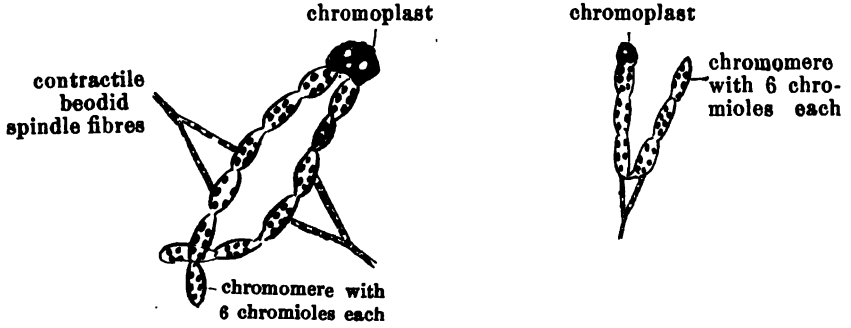
Digitized by Google

3.



3. The two chromoplasts are connected with 6 leaders each. Each leader is made up of 6 chromomeres with 6 chromioles each. Linin and lininoplasts not figured.

4 5



4. Split chromosome just before being seperated into two doughter chromosomes.

5. A chromosome just after separation from its sister chromosome. Chromoplast attatched to the limb. Beaded contractile fibre at the angle of the two arms.

Finally, a word regarding the technique. It is useless to endeavor to study these minute bodies without the aid of the very best optical appliances possible, and with the most careful treatment of the material. A Zeiss — or equally good — Apochromate of 2 mm, with an Aperture of 1.40, is an absolute necessity. A lesser apperture will not suffice. Moreover an oil-immersion condenser in the substage must be used, the common Abbe condensers do not give a sufficiently perfect light to enable one to see the necessary details. And lastly, the ordinary daylight is not suitable, being neither sufficiently pure, nor steady enough to always give the same results. In these investigations I have used exclusively the achromatic light-filter described

Digitized by Google

in the „Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie", Bd. XIV, p. 444. The fixative used was the iridium-chloride-acetic, described in the same volume, pages 195—196.

Diagrams.

1. Polymorphous spermatogonium. The black granules are the chromioles. The lighter granules are the linin granules, in the diagram represented as a thread. This cell is in a state of perfect rest, only a few of the chromioles are figured. Chromoplasts, or net-knot. Linino-plast or true nucleolus.

2. First maturation cell. Two chromoplasts connected with 12 leaders or incipient chromosomes. Each leader is made up of incipient chromomeres containing three chromioles each.

The Chromioles are supported by linin. Lininoplasts. Chromoplasts. Nucleus. Leaders.

3. The same cell as in diagram 2 in a more advanced stage. The two chromoplasts are connected with 6 leaders each. Each leader is made up of 6 chromomeres containing 6 chromioles each. Linin and lininoplasts are not figured. Chromoplasts. Nucleus. Leaders.

4. A chromoplast to which is attached a split chromosome, just before separation of the two daughter chromosomes in the equatoreal stage. The chromosome which originally consisted of a leader with 6 chromomeres has split lengthwise, the chromioles have doubled and the two halves are now being pulled appart by the beaded contractile fibres of the spindle. Contractile beaded, spindle fibres. Chromoplast with refractive granules. Chromomere with 6 chromioles.

5. A daughter chromosome immediately after separation. The chromoplast is attached to the apex of one of the limbs. The chromosome is V-shaped and consists of 6 chromomeres each one with 6 chromioles. At the junction of the two limbs is seen attached the beaded contractile fibre. Chromoplast. Chromomeres with 6 chromioles each.

28. Oct. 1898. [14]

Prof. Gilson's „Cellules musculo-glandulaires".

Von Dr. J. Ogneff in Moskau.

In einem der letzten Hefte der bekannten Zeitschrift „la Cellule" (Bd. XI VI. fasc.) giebt Prof. Gilson eine sehr interessante Beschreibung des Baues der von ihm gesehenen Zellen, welche die Leibeshöhle des Wurmes *Owenia fusiformis* bedecken. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Befunden bei den Anneliden trifft Gilson in der Haut von *Owenia* nach innen von dem äußeren Epithel nicht zwei — die muskulöse und peritonealen Schichten an, sondern nur eine, welche aus be-

Digitized by Google

sonderen Zellen gebildet ist; in denselben sind die Eigenschaften der Drüsen- und Muskelzellen vereinigt, deswegen müssen auch diese Zellen — Cellules musculo-glandulaires genannt sein. Der drüsige Charakter der Zellen wird nach der Meinung Gilson's durch Gegenwart von Fett und Eiweißkörnchen bewiesen, welche sich in den Zellenleibern anhäufen und in das Cölom ausgeschieden werden sollen Was die Muskeln betrifft, so bilden dieselben, wie Gilson findet, nur eine Schicht mit längsverlaufenden Fasern. An feinen Schnitten kann man sich leicht überzeugen, dass zwischen diesen Fasern dicke protoplasmatische Trabekeln von den Peritonealzellen eindringen. Indem die Trabekeln an der Grenze des äußeren Hautepithels, und auch zwischen den Fasern untereinander zusammenfließen, erscheinen diese letzten in eine undifferenzierte Substanz eingebettet (plongés). Also stellt es sich heraus, „qu'il y a donc continuité directe, union tout-à-fait intime, entre la partie musculaire et la partie glandulaire". Auch konnte Gilson einen direkten Uebergang des Protoplasmas aus den Trabekeln in die Muskelsubstanz beobachten. Die Muskelfasern entbehren der Körner, welche nur in der Nähe der Drüsenschicht vorhanden sind und den Zellen derselben gehören. Dadurch wird, nach der Meinung Gilson's, die Entgegnung beseitigt, dass bei der *Owenia* keine doppelte Differenzierung eines und desselben Zellenelementes, sondern nur ein Zusammenfließen zweier verschiedener Schichten vorhanden ist. Besonders wird aber dieses durch folgende Ueberlegung bewiesen. Obgleich leider die Entwicklung von *Owenia* bis jetzt nicht studiert wurde, ist dennoch seit der Arbeit von Fraipont die Entwicklung von *Polygordius* bekannt geworden. Hier stammen die Zellen des Peritoneums und die Muskelfasern von einer und derselben Schicht embryonaler Zellen ab, sind also genetisch untereinander verwandt. Gilson findet aber sehr sonderbar, dass dennoch Fraipont zwei ganz besondere Schichten in der Leibeswand von *Polygordius* unterscheidet, nämlich die der Muskeln und des Peritoneums.

Aus allem hier dargelegten folgert Gilson die Möglichkeit bei *Owenia* eine doppelte Differenzierung des Epithels der Somatopleura anerkennen zu können. Der innere Abschnitt der Zellen bleibt ohne merkbare Veränderungen und funktioniert als Drüse (secrète activement), während in dem äußeren — Muskelfasern ausgeschieden werden. Beide bilden aber nur eine Cellule musculo-glandulaire.

Als ich während dieses Sommers an der zoologischen Station zu Neapel an Muskeln verschiedener Wirbelloser arbeitete, lenkte Herr Prof. Paul Mayer meine Aufmerksamkeit auf die gleich kurz ausgelegte Arbeit, und da im Golfe von Neapel *Owenia* ziemlich gewöhnlich ist, so konnte ich nicht umhin die interessanten und außerordentlich in morphologischer und physiologischer Hinsicht wichtigen Angaben Gilson's selbst zu revidieren. Ich muss aber gleich bemerken,

Digitized by Google

dass die Schlüsse, zu denen ich gelangte, mit denen von Prof. Gilson leider im vollen Widerspruche stehen.

An Präparaten, die möglichst sorgfältig in Hermann'schen, Flemming'schen, Müller'schen Flüssigkeiten oder auch in 1% Osmiumsäure fixiert werden, kann man sich leicht überzeugen, dass die Leibeswand von *Owenia* aus folgenden Schichten besteht: 1. aus einem äußeren, mehrschichtigen polymorphen Epithel, unter welchem 2. eine dünne, aus feinen der Länge nach verlaufenden Fibrillen bestehende Lamelle liegt; weiter nach innen folgt 3. eine Muskelschicht, hauptsächlich aus Längsfasern bestehend, denen aber auch zum Teil schräge Züge beigemischt sind; unmittelbar an die Muskelschicht folgt eine Lage protoplasmatischer Zellen, welche das Cölom bekleiden.

Die ausführliche Beschreibung der beiden ersten Schichten unterlassend, will ich hier nur kurz bemerken, dass das Epithel aus Zellen von sehr verschiedenem Aussehen besteht. Die einen sind fadenförmig, mit einem verhältnismäßig großen Kern, der von einem dünnen Ringe Protoplasmas umgeben ist und zwei feinen radiären bis an die Grenzen des Epithels reichenden Fortsätzen; die anderen sind protoplasmatischer, sind keil- oder pyramidenförmig und mit zahlreichen feinen Körnchen zuweilen gänzlich erfüllt. Endlich findet man große becherförmige Zellen, welche durch ziemlich gleichmäßige Zwischenräume von einander geschieden sind. Das Protoplasma dieser Zellen wird durch Haemalaun dunkelblau gefärbt. Es ist wichtig zu bemerken, dass zwichen den Becherzellen und denen mit Körnchen gefüllten verschiedene Uebergangsformen vorhanden sind, es kann auch keinem Zweifel unterliegen, dass die beiden Arten nur verschiedene Entwicklungsstufen oder physiologische Zustände eines und desselben Elementes darstellen. Die hier verlaufenden Prozesse scheinen in mangelnder Hinsicht an die von Paneth und anderen Forschern an becherförmigen Zellen bei den Säugern beschriebenen zu erinnern. — Was die Lamelle betrifft, so gelingt es ohne besondere Mühe, größere Stücke derselben mit Nadeln zu isolieren. Nach Wegschaben des Epithels erscheint die Lamelle aus äußerst feinen, parallel untereinander verlaufenden, sich dabei nicht verzweigenden Fibrillen bestehend, welche durch eine spärliche homogene Substanz zusammengelötet sind. Bei der Profilansicht an Durchschnitten erscheint die Lamelle mehr homogen, dabei stark lichtbrechend und glänzend. Man kann also sagen, dass ihrem Baue nach die Lamelle sehr an die sogenannten Basalmembranen erinnert.

Wie es von selbst verständlich ist, haben sowohl die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Muskelfasern und den die Leibeshöhle auskleidenden Zellen, als deren feinere Struktur meine besondere Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Zu diesen Zwecken habe ich beinahe ausschließlich zerzupfte Präparate benutzt. Man kann sich leicht über-

Digitized by Google

zeugen, dass die Muskelschicht nicht in allen Gliedern des Wurmes eine gleichmäßige Dicke besitzt, wie es auch Gilson richtig angiebt und dabei sind die Muskelfasern fast ausschließlich der Länge nach geordnet, aber an dickeren Stellen sind auch Fasern, welche die Längsaxe des Wurmes schief durchkreuzen, vorhanden. An gut konservierten Präparaten überzeugt man sich leicht, dass die Muskelschicht aus langen, platten spindelförmigen Zellen besteht. Bei passender Färbung (Hämatoxylin, Saffranin etc.) findet man inmitten jeder Zelle einen verhältnismäßig kleinen ovalen Kern. Dieser ist von einer Zone eines homogenen leicht glänzenden Protoplasmas [Hermann'sche Flüssigkeit, Osmiumsäure] umgeben. An den Polen des Kernes sind in dieser Zone zuweilen sehr kleine, rundliche, stark sich mit Hämatoxylin färbende Körperchen zu sehen. Man trifft Zellen, wo solcher Körperchen sich mehrere befinden; in solchen Fällen sind dieselben viel kleiner, als wenn einzelne vorhanden sind. An den Zellen konnte man ganz vorzüglich die schiefe Streifung beobachten, welche zuerst von Schwalbe an den Muskeln von Lamellibranchiaten und einiger Würmer zuerst beschrieben und dann zum Gegenstande zahlreicher Untersuchungen geworden ist. An Deutlichkeit des Bildes und der Beständigkeit, mit welcher man ganz klare Präparate bekommt, gehören sicher die Muskelfasern von *Owenia* zu den besten Objekten, an denen die schiefe Streifung studiert werden kann, wovon ich mich gänzlich überzeugen konnte, dieselbe an sehr vielen und verschiedenen Würmern und Mollusken untersuchend. — Auch gelingt es leicht die spiralig gewundenen Fibrillenbänder in dem Körper der Muskelzellen tiefblau mit Hämatoxylin zu färben, während die Fibrillen-zusammenklebende Substanz beinahe ungefärbt bleibt. Auch kann man kaum zweifeln, dass jede Muskelzelle eine äußerst feine Membran besitzt oder von einer feinen mehr dichten Schicht, als das übrige Protoplasma, umgeben ist. Es gelingt nicht, diese Schicht mit Nadeln, wie das Sarkolemma, zu isolieren, aber dennoch ist dieselbe klar zu sehen, besonders an etwas ungenügend fixierten Präparaten. Hier bilden sich mehr oder weniger zahlreiche und große Vakuolen in den Muskelzellen. Zuweilen erfüllt gänzlich eine solche Vakuole den großen Teil des Zellenleibes, nur von feiner, homogener, dunkler Kontur desselben umgeben, ohne die Form des Zellenleibes zu verunstalten. Dergleichen feine linienartige Konturen sind aber auch an jeder gut erhaltenen Zelle zu sehen, entsprechen also einen besonderen feinen wahrscheinlich festeren Deckschicht. Zuweilen aber bekommt man auch Bilder, welche an solche an quergestreiften Muskelfasern der höheren Tiere erinnern. Gelegentlich zieht sich die Substanz der Zelle an einigen Stellen ihres Leibes unregelmäßig zu dunkleren knotenartigen Ballen zusammen. Die Kontinuität des Zellenleibes wird aber dabei nicht unterbrochen und es bleiben die Ballen durch hellere Brücken mit

Digitized by Google

einander in Verbindung; es kann aber auch geschehen, dass die Zelle an der kontrahierten Stelle durchreißt, dann fließt die kontraktile Substanz hügelartig heraus; dann kann man leicht den Riss der Zellenmembran bemerken, indem der linienartige dunkle Kontur desselben durch einen solchen Hügel durchbrochen erscheint. — Bei schlechter Fixierung sind die Umrisse der Muskelzellen zuweilen eckig und zackig. Es kann an solchen Präparaten auch scheinen, dass die feinen, verzweigten Fortsätze der peritonealen Zellen in die Substanz der Muskelzellen übergehen, wie es Gilson behauptet. Bei aufmerksamer Beobachtung an gut erhaltenen Präparaten überzeugt man sich aber leicht, dass so ein Uebergang nie statt hat, dass die Fortsätze der Peritonealzellen nur den Gang der Muskelzellen durchkreuzen, zuweilen sich an diese letzten fest schmiegend. — Was die Peritonealzellen betrifft, so kann ich nur sehr weniges zu dem von Gilson gesagten, hinzufügen. Diese Zellen haben die Form von Kuchen, mit abgerundeter innerer, der Leibeshöhle zugerichteten Fläche. Inmitten der Zelle ist ein ovaler Kern zu sehen, das Protoplasma schließt in sich mehr oder weniger zahlreiche Fette und Eiweißkörnchen, wie es richtig Gilson beschrieben hat. Von der äußeren Fläche der Zelle, welche der Muskelschicht zugewendet ist, ziehen feine, platten- und fadenartige Fortsätze, welche sich verzweigend zwischen den Muskelzellen eindringen, und deren Verlauf quer durchkreuzen, dabei auch untereinander zusammenfließende Netze bilden. Es gelingt leicht, die dickeren Ausläufer bis zu der faserigen Membran unter dem äußeren Epithel zu verfolgen. Sie scheinen in die Substanz derselben einzudringen, wie auch andrerseits dahin die basalen Ausläufer der Epithelzellen gelangen und sich daselbst verlieren. Die Körper, das Cölom auskleidenden Zellen, schmiegen sich fest an die innerste Lage der Muskelfasern, wobei aber eine scharfe Grenze zwischen den beiden Lagen von Zellen immer sichtbar und scharf markiert bleibt. Mit äußeren Lagen der Muskelzellen kommen die Peritonealzellen nur durch die feinen Zweige ihrer Ausläufer in Contact. Einer Muskelzelle der innersten Lage liegen gewöhnlich etwa 15—20 Peritonealzellen an. Solche Verhältnisse sind schwer mit der von Gilson gemachten Annahme, dass eine jede Peritonealzelle in ihrem Inneren Muskelfasern ausscheide, zu versöhnen. Es scheint viel wahrscheinlicher, dass die beiden Zellenarten sich unabhängig von einander bilden.

Ich komme also zum Schlusse, dass die von Gilson beschriebenen Muskel-Drüsenzellen garnicht als solche existieren. Die Muskelschicht in der Leibeswand bei der *Owenia* bildet, ganz wie bei anderen Würmern, eine ganz besondere Lage aus hoch differenzierten Zellen bestehend. Ich muss glauben, dass Gilson zu seinem Schlusse über den intimsten Zusammenhang zwischen den Peritoneal- und Muskelzellen nur dadurch gekommen ist, dass er allein feine Paraffinschnitte

Digitized by Google

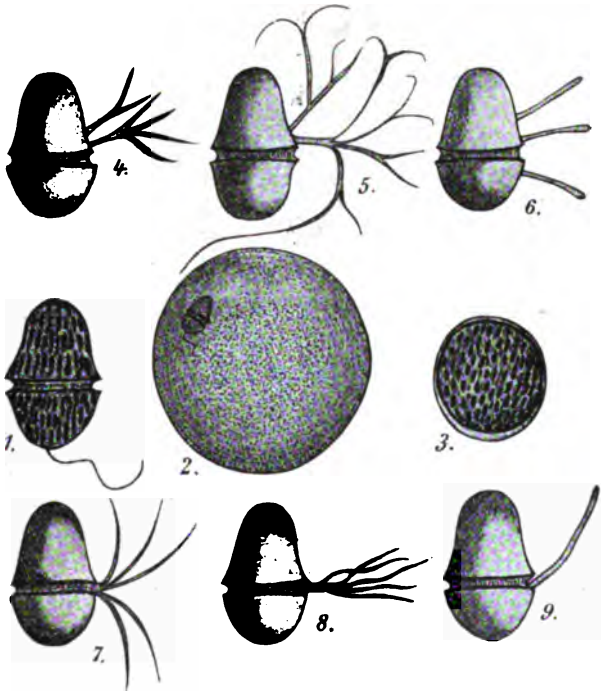
zur Untersuchung benutzte und sich keiner anderen mehr für die Lösung feiner histologischer Verhältnisse passender Methode bediente.

Moskau, September 1898. [130]

Ueber Pseudopodienbildung bei einem Dinoflagellaten.

Von Dr. **Otto Zacharias** (Plön, Biolog. Station).

Vor kurzem (Mitte November 1898) untersuchte ich das Plankton des in der Nähe von Plön gelegenen Kleinen Uklei-Sees und konstatierte, dass dasselbe vorwiegend aus den kugelförmigen Kolonien einer grünen Schwebalge (*Dictyosphaerium pulchellum* Wood) und zahlreichen Exemplaren einer kleinen *Gymnodinium*-Art bestand. Vereinzelt zeigten sich auch die feinen Nadeln von *Synedra delicatissima* und das interessante Rädertier *Floscularia mutabilis* Bolton.



Die Gymnodinien waren fast sämtlich schon encystiert; nur einige wenige schwammen noch frei umher. In Figur 1 habe ich die in Frage kommende Species möglichst naturgetreu veranschaulicht. Die beiden Körperhälften derselben sind von ungleicher Größe: bei den meisten Individuen verhält sich die hintere zur vorderen wie 2 zu 3. Die Querfurche kommt auf diese Weise etwas außerhalb der Mitte zu liegen, was für diese kleine Form charakteristisch ist. Im Ganzen besitzt sie eine Länge von 44 μ und einer Breite von 32 μ. Der Dickendurchmesser beträgt nur 16 μ, sodass die dorso-ventrale Ab-

Digitized by Google

plattung deutlich hervortritt, wenn sich diese Wesen beim Schwimmen um ihre Längsaxe drehen. Die Vorderhälfte verschmälert sich nach dem Ende hin und schließt dort mit einem stumpfen Scheitel ab; die Hinterhälfte zeigt dagegen einen nahezu halbkreisförmigen Umriss Die Chromatophoren liegen dicht gedrängt und reihenweis angeordnet unmittelbar unter der zarten Hautschicht; sie sind von gelbbrauner Färbung und haben Stäbchenform; durchschnittlich ergab sich für dieselbe eine Länge von 6 μ. Ein Augenfleck fehlt.

Die hier vorliegende Species hat also nach den mitgeteilten Einzelheiten sehr viel Aehnlichkeit mit dem von J. Schilling beschriebenen *Gymnodinium palustre*[1]) und sie stimmt auch in den Größenverhältnissen mit letzterem überein. Ein Unterschied zwischen beiden besteht eigentlich nur darin, dass das *Gymnodinium* des Uklei-Sees eine symmetrisch entwickelte Hinterhälfte besitzt, während bei der von Schilling aufgefundenen Art an eben dieser Hälfte ein stärkeres Hervortreten der linken Seite zu bemerken ist. Diese geringe Abweichung reicht aber offenbar nicht aus, um damit die Aufstellung einer neuen Species begründen zu können, und so betrachte ich die beiden Formen zunächst als identisch.

Die Mehrzahl der Uklei-Gymnodinien war, wie schon erwähnt, um die Mitte des November in der Cystenbildung begriffen, d. h. sie hatten sich mit Gallerthüllen größeren oder kleineren Umfangs umgeben. Diese völlig durchsichtigen und anscheinend strukturlosen Gebilde besaßen fast ausschließlich Kugelgestalt. Die kleinsten davon hatten einen Durchmesser von 100 μ, die größten einen solchen von 250 μ. Einige Gymnodinien schwammen innerhalb ihrer geräumigen Hülle (vergl. Fig. 2) noch munter umher; andere waren bereits zur Ruhe gekommen und an derartigen Exemplaren macht sich als erstes Anzeichen des eintretenden Ruhestadiums ein Verstreichen der Querfurche und eine Zusammenziehung des ganzen Zellkörpers bemerklich. Allgemach nimmt letzterer die Form einer kleinen Kugel (Fig. 3) an, die nun ihrerseits eine membranöse Hülle abscheidet, mit deren Erscheinen der Encystierungsprozess beendigt ist. Unter dem Doppelschutze jener weiten Gallerthülle und eines den nackten Zellenleib enger umschließenden Häutchens schlummert nun das ruhebedürftige *Gymnodinium* dem nächsten Frühjahr entgegen.

Mit dem Vorgange der Encystierung ist aber auch eine recht erhebliche Massenzunahme der *Gymnodinium*-Zelle verbunden, denn die Messung der eingekapselten Kugeln ergab für dieselben einen Durchmesser von 40—45 μ. Offenbar enthalten sie also bei weitem mehr Körpersubstanz als das freilebende *Gymnodinium*, welches nur 44 μ lang, 32 μ breit und 16 μ dick zu sein pflegt. Woher stammt

1) Vergl. J. Schilling, Die Süßwasser-Peridineen (Dissert. 1891). S. 58 und Abbildung auf Taf. III, Fig. 11 daselbst.

Digitized by Google

nun dieses beträchtliche Plus an organischer Masse, welches in diesem Falle nicht durch Verschmelzung zweier Individuen erzeugt worden sein kann?

Fortgesetzte Beobachtungen haben mir schließlich eine Erklärung für das sonst völlig rätselhaft bleibende rasche Wachstum der Ukleі-Gymnodinien geliefert, welches auffälliger Weise gerade dann eintritt, wenn dieselben ihrer Ruheperiode entgegengehen. Ich bemerkte nämlich gelegentlich an solchen Exemplaren, die unbeweglich in ihrer Gallerthülle lagen, äußerst zarte, hyaline Fortsätze, die ihrem Aussehen nach nur als Pseudopodien gedeutet werden konnten. Diese Vermutung wurde zur völligen Gewissheit, als ich diese Gebilde längere Zeit hindurch ins Auge fasste. Da veränderte sich die in Fig. 4 dargestellte Gruppe zweier solcher Scheinfüße binnen 12 Minuten so, wie es Fig. 5 zur Anschauung bringt. Die ursprünglichen vier Spitzen des einen Astes wurden allmählich immer länger, wobei sie gleichzeitig divergierend auseinander wichen. An ihren dünn ausgezogenen Enden gabelten sie sich später und die ganz feinen Ausläufer waren dann nur noch mit Schwierigkeit zu erkennen. Ich habe die Art dieser fortschreitenden Verzweigung auch an faden- oder fingerförmig hervortretenden Fortsätzen (Fig 6) Dutzende von Malen verfolgt. Den umgekehrten Vorgang, nämlich den des Zurückziehens der ausgestreckten Pseudopodien, konnte ich gleichfalls mehrfach beobachten. So boten die in Fig. 7 veranschaulichten fünf fächerförmig ausgebreiteten Protoplasmafäden nach 5 Minuten den in Fig. 8 fixierten Anblick dar, um hierauf innerhalb eines Zeitraums von 10 Minuten allesamt mit einander zu verschmelzen und einen einzigen dicken Strang zu bilden. Die Stellen am Leibe des *Gymnodiniums*, von wo aus die Pseudopodien hervordrangen, vermochte ich niemals mit Sicherheit zu bestimmen; sie schienen mir aber stets von der Ventralseite herzukommen und zwar öfter aus der vorderen Körperhälfte als aus der hinteren. Ausnahmslos waren es unbewegliche und von einer Gallerthülle umschlossene Individuen, an denen solche Fortsätze beobachtet werden konnten. Ich möchte nun glauben, dass die Bildung dieser vielfach verästelten Scheinfüße mit der Ernährung der Gymnodinien in Zusammenhang steht und dass dieselben dazu dienen, im Wasser aufgelöste organische Substanzen in den Zellkörper überzuleiten. Die sonst holophytisch und mit Hilfe der Chromatophoren sich ernährenden Gymnodinien würden also bei dieser Auffassung kurz vor Eintritt ihrer Ruheperiode eine saprophytische Lebensweise führen, um sich möglichst rasch und mühelos ein reichliches Quantum von Nährstoffen einzuverleiben. Es ließen sich hierdurch das verstärkte Wachstum dieser zur Encystierung sich anschickenden Wesen recht gut erklären, obgleich der thatsächliche Beweis für einen zeitweiligen Saprophytismus der Gymnodinien zur Zeit noch nicht erbracht ist. Meine Deutung

Digitized by Google

des Zwecks der Pseudopodienbildung bei letzteren ist also zunächst nur als eine Hypothese aufzufassen.

Wir kennen indessen bereits Gymnodinien, welche amöboider Bewegungen fähig sind und mittels ausgesandter Plasmafäden feste Nahrungskörperchen in sich aufnehmen. Namentlich bekannt ist dies von *G. hyalinum*, welches sein Entdecker (J. Schilling) auch bereits eingehend in Bezug auf diese Fähigkeit untersucht hat[1]). Diese Species ermangelt von Haus aus aller Chromatophoren und sie ist demnach darauf angewiesen, sich ganz nach Art der Rhizopoden zu ernähren. Im Hinblick hierauf ist es nun entschieden von hohem Interesse, dass in dem *Gymnodinium palustre* ein Mitglied derselben Dinoflagellaten-Gruppe nachgewiesen worden ist, welches — trotz des Besitzes funktionsfähiger Farbstoffträger — zu Zeiten ebenfalls Pseudopodien auszusenden vermag, deren Rolle bei der Ernährung allerdings erst noch sicher zu erweisen ist. Hervorgehoben werden muss schließlich noch, dass *Gymn. hyalinum* auch seinen ganzen Zellkörper amöboid bewegen kann, was bei *Gymn. palustre* nicht der Fall ist. Dieses letztere verändert seine Körperform nicht, sondern besitzt nur die Fähigkeit zum Ausstrecken langer und vielfach verzweigter Plasmastränge.

Das gelegentliche Auftreten von Pseudopodien bei einem *Gymnodinium* wirft auch helleres Licht auf die nächsten Verwandtschaftsbeziehungen dieser einfachsten Peridineen-Gruppe und damit auch auf den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Dinoflagellaten überhaupt. Wie schon G. Klebs hervorgehoben hat[2]), ist man auf Grund ganz allgemeiner Erwägungen berechtigt, die Gymnodinien von den Rhizomastiginen (also von geißeltragenden Amöben) herzuleiten, und zwar aus solchen mit gelben Farbstoffplatten, die dann auch als die Stammformen der Chrysomonadinen zu betrachten wären. Diese Theorie gewinnt nach meinen jetzigen und Schilling's früheren Beobachtungen einen festeren Anhalt und eben deshalb haben die obigen Mitteilungen ein ganz allgemein-biologisches Interesse. Ich möchte schließlich noch hinzufügen, dass das Aussehen der Pseudopodien von *Gym. palustre* zuweilen sehr lebhaft an diejenigen von *Diplophrys Archeri* Bark. erinnerte. [12]

1) Vergl. A. J. Schilling, Ueber die tierische Lebensweise einiger Peridineen. Berichte der deutsch. botan. Gesellsch., IX. Pd., 1891, S. 199—208.

2) Flagellaten-Studien. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. LV, S. 286 und S. 436.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. März 1899.** **Nr. 5.**

Inhalt: **Jost**, Ueber Blüten-Anomalien bei *Linaria spuria*. — **Wallengren**, Ueber die totale Konjugation bei *Vorticellina*. — **Karawaiew** Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum* (Fortsetzung). — **Hubrecht**, Blattumkehr im Ei der Affen? — **Selenka**, Bemerkung zu voranstehendem Aufsatze Hubrecht's.

Ueber Blüten-Anomalien bei *Linaria spuria*.

Von **L. Jost**

„In patria nostra detecta nuper fuit herba quaedam, indole tam mirabili, ut dubitare fas sit, an huic simile exemplum natura unquam protulerit". Mit diesen Worten beginnt Danielis Rudbergi Dissertatio botanica de Peloria, eine unter Linné's Leitung verfasste Arbeit, die zuerst 1744, dann zum zweiten Mal in dem Sammelwerk des Meisters: „Amoenitates academicae" 1749 erschien.

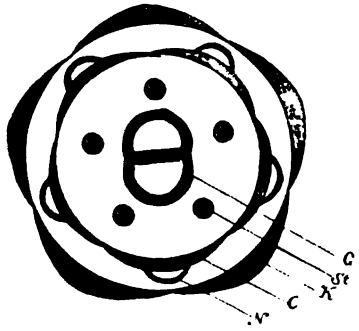
Die Pflanze, von welcher die Rede ist, wurde im Jahre 1742 auf Norra Gasskiaeret, einer kleinen Insel in der Nähe von Upsala durch einen schwedischen Studenten Namens Zioberg aufgefunden. Da er sie nicht kannte, zeigte er sie zunächst Olof Celsius, dieser gab sie an Linné weiter. Linné hielt sie auf den ersten Blick für *Linaria vulgaris*, da aber die Blüten nicht stimmten, kam er auf den Verdacht, es seien mit Absicht fremde Blüten an das Kraut der *Linaria* angeklebt worden „ad facescendum Botanicis negotium". Als er aber dann die Blüte geöffnet hatte, fand er „einen Bau an ihr vor, wie er zuvor noch nie von einem Botaniker gesehen worden war", „eamque ob causam incredibili herbam hanc vivam videndi desiderio inflammatus est". Hätte er nicht die verbürgte Kunde gehabt, dass die Pflanze in der Nähe von Upsala gewachsen sei, er hätte sie gewiss nicht für einen Bewohner Europas gehalten, viel mehr hätte er geglaubt, sie stamme vom Cap der guten Hoffnung, aus Japan oder Peru. — Rud-

Digitized by Google

berg berichtet uns dann weiter, wie Linné das merkwürdige Gewächs alsbald an seinem ursprünglichen Standort auffand und es in den botanischen Garten von Upsala verpflanzte, wo es aber „ob radicis brevitatem contabuit". Späterhin scheint dann von Linné die Pflanze nicht mehr gefunden worden zu sein.

Wie sah nun diese Pflanze aus? Rudberg beschreibt sie uns in folgender Art: Sie hat eine faserförmige, kriechende Wurzel, einen aufrechten, meist unverzweigten Stamm, der mit sitzenden, linealen, spiralig stehenden Blättern versehen ist und am Ende eine Traube von 9—18, fast sitzenden Blüten trägt. Wegen dieser Blüten nun beansprucht die Pflanze ein so hohes Interesse. Sie bestehen aus einem 5blättrigen Kelch, einer röhrenförmigen, unten etwas bauchig erweiterten und oben in 5 ausgebreitete Zipfel endenden Krone, fünf freien, auf dem Blütenboden inserierten Staubgefäßen und einem 2fächrigen Fruchtknoten mit langem Griffel; das Auffallendste aber an ihnen bilden fünf spornförmige Aussackungen am unteren Teil der Kronröhre, die Nectarien, welche ihrer Stellung nach mit den Staubgefäßen abwechseln. Der ideale Querschnitt, das Diagramm einer solchen Blüte wird durch unsere Figur 1 dargestellt.

Fig. 1.



K = Kelch,
C = Krone,
St = Staubgefäß,
G = Stempel,
N = Sporn.

Die habituelle Aehnlichkeit unserer Pflanze mit *Linaria vulgaris* ist nun aber eine so große, dass sie Linné veranlasste, eine Blutsverwandtschaft zwischen beiden anzunehmen. Die Gründe für diese Annahme sind im Einzelnen die folgenden:

1. Die Pflanze wächst stets mitten unter der *Linaria vulgaris*, jedoch immer in einer geringeren Anzahl von Exemplaren als diese.

2. Die schon erwähnte habituelle Aehnlichkeit geht so weit, dass die beiden Pflanzen, so lange die Blüten noch geschlossen sind, kaum unterschieden werden können.

3. Im Geruch und Geschmack stimmen sie vollkommen überein.

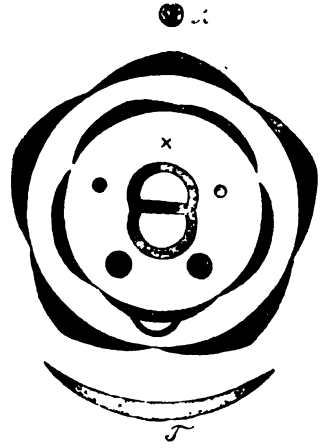
4. Die Blütenfarbe ist bei beiden die gleiche.

5. Der Kelch, und vor allen Dingen Frucht und Same sind identisch.

Digitized by Google

Die Unterschiede liegen ausschließlich in der Blumenkrone und den Staubgefäßen. Während die Pflanze von Upsala das oben stehende Diagramm aufweist, zeigt *Linaria vulgaris* das nebenstehende (Fig. 2). Die Blumenkrone ist zweilippig und nicht regelmäßig ausgebildet — 2 Blätter bilden die Ober- 3 die Unterlippe. Nur eines dieser Kronblätter, das mittlere der Unterlippe hat einen Sporn, ein Nectarium ausgebildet. Statt fünf, treffen wir nur vier Staubgefäße, von denen die zwei der Axe (*A*, Fig. 2) genäherten kürzer sind als die beiden anderen; das zwischen den Blättern der Oberlippe zu erwartende (× in Fig. 2) fünfte fehlt. Schließlich ist noch zu bemerken, dass diese Stamina der Corolle angewachsen, nicht frei auf dem Blütenboden inseriert sind.

Fig. 2.



Wenn nun die Aehnlichkeit zwischen den beiden Gewächsen Linné bestimmt hat, eine Abstammung der Pflanze von Upsala von *Linaria vulgaris* anzunehmen, so veranlassten ihn die geschilderten Unterschiede zur Aufstellung der neuen Gattung „*Peloria*", in welcher die Upsalenser Pflanze untergebracht wurde. Der Name kommt von τὸ πέλωρ das Ungeheuer, monstrum — das Auftreten einer solchen Pflanze ist nach Linné grade so ungeheuerlich, wie wenn ein Kalb mit einem Wolfskopf zur Welt käme. — Ueber die Ursachen der Abänderung der *Linaria* zur *Peloria* hat sich Linné ganz bestimmte Vorstellungen gemacht: Er hielt nämlich die *Peloria* für einen Bastard zwischen *Linaria vulgaris* und einer anderen, unbekannten Pflanze. Konnte er auch diese Vermutung nicht näher begründen, so stimmten ihm doch berühmte Botaniker, wie Adanson, de Jussien bei — andre, weniger bekannte, wie z. B. der Basler Botaniker Stehelin traten ihm aus guten Gründen entgegen. Stehelin beobachtete an *Linaria vulgaris*, einer kleinen in Getreidefeldern lebenden Art gelegentlich Blüten, die vollkommen mit denen der *Peloria* übereinstimmten, aber vereinzelt an Stöcken mit sonst typischen *Linaria*-Blüten auftreten. Wenn schon der Umstand, dass nicht alle Blüten als „*Peloria*" ausgebildet waren, der Deutung der betreffenden Pflanze als Bastard ungünstig war, so sprach auch weiter gegen eine solche die Thatsache, dass man weder für *Linaria vulgaris* noch für *spuria* die Pflanzenart aufzufinden vermochte, durch deren Einwirkung der Bastard entstanden war. Konnte man in Anbetracht der Seltenheit der *Peloria* von *vulgaris* die Annahme gelten lassen, dass auch die

Digitized by Google

hypothetische, mit ihr sich verbastardierende Pflanze selten und deshalb noch unbekannt sei — so kann bei der Häufigkeit der *Peloria* von *spuria* eine solche Ausflucht nicht mehr gelten; so gab also schon Stehelin die Linné'sche Hypothese auf und betrachtet die *Peloria* als eine Blüten-Anomalie, für die er freilich ebenso wenig eine Erklärung zu geben wusste, wie für die zahlreichen anderen Blüten-Anomalien von *Linaria spuria*, auf welche wir später noch zurückkommen werden.

Durch die bisher besprochenen Untersuchungen war nun aber einmal das Interesse für die Sache wach geworden und es gelang unschwer für eine große Anzahl von Pflanzen das gelegentliche Vorkommen von „Pelorien" nachzuweisen. Der Ausdruck Pelorie bezeichnet jetzt nicht mehr eine naturhistorische Gattung, er ist ein „morphologischer Begriff" geworden, der allgemein eine Blüten-Anomalie bezeichnet, die sich in ähnlicher Weise von der normalen Blüte unterscheidet wie Linné's *Peloria* von *Linaria*. Gehen wir nun dieser Differenz etwas näher nach, so zeigt uns vor allen Dingen der Vergleich unsrer beiden Diagramme, dass es sich in erster Linie um eine Symmetriedifferenz handelt. Die Pelorie ist radiär (polysymmetrisch): man kann das Diagramm (Fig. 1) durch mehrere Symmetrieebenen in je zwei spiegelbildlich gleiche Teile zerlegen; die normale *Linaria* ist dagegen dorsiventral (monosymmetrisch): man kann nur durch eine einzige Ebene eine Zerlegung in zwei spiegelbildlich gleiche Teile bewirken. Radiäre und dorsiventrale Symmetrie findet sich sowohl in der vegetativen Region höherer Pflanzen, wie in der floralen; überall nehmen wir heutzutage an, dass die radiäre die ursprüngliche, die dorsiventrale die abgeleitete Symmetrieform sei und in gewissen Fällen lässt sich sogar experimentell die eine in die andre überführen. In der floralen Region ist nun die Dorsiventralität offenbar relativ spät und an verschiedenen Stellen des Systems verschieden spät aufgetreten. So kommt es, dass wir einerseits einige große Familien haben — und grade die größten gehören dahin — bei welchen alle Vertreter dorsiventral sind, so die Orchideen, die Leguminosen, die Labiaten, während andrerseits ganz kleine Familien mit dorsiventralem Bau in unmittelbarster Nachbarschaft neben radiärgebauten stehen, so die *Tropaeolaceae* neben den *Oxalidaceae* und *Linaceae*, oder gar drittens in einer im Großen und Ganzen radiären Familie einzelne dorsiventrale Gattungen auftreten, so *Aconitum* und *Delphinium* unter den *Ranunculaceae*. Bei fast allen Familien nun, die dorsiventrale Blüten führen, sind allmählich auch Pelorien gefunden worden und da, wie wir schon bemerkten, der radiäre Typus der Pelorie ursprünglicher ist, als derjenige der dorsiventralen Blüten, so hat man sich neuerdings daran gewöhnt, die Pelorien als „Rückschläge nach der Stammform" zu betrachten.

Digitized by Google

In historischer Hinsicht muss hier noch hervorgehoben werden, dass A. P. De Candolle wohl der erste war, der die Pelorien in ihrem morphologischen Verhältnisse zur normalen Blüte richtig erfasst hat und sie als „Rückkehr zum Typus" bezeichnet hat. Auch über die Ursachen der Pelorienbildung hat er in hohem Grade bemerkenswerte Ansichten geäußert. Er weist darauf hin, dass die Pelorien endständig seien — dies trifft faktisch nicht für alle zu — dass sie deshalb von ihrer gesamten Umgebung allseitig gleich beeinflusst werden, während Seitenblüten unter anderem durch den Druck der Axe, des Tragblattes etc. einseitig beeinflusst werden; die Pelorien sind für De Candolle in Anbetracht ihrer Lage gradezu normale Gebilde. — Doch wir müssen uns versagen, seine Ansichten im Einzelnen hier näher zu beleuchten; wir wenden uns vielmehr zu der Frage, ob man mit Recht in den Pelorien Rückschläge nach der Stammform erblickt, oder nicht.

Wenn man unter „Rückschlag" eine Form der Blüte versteht, die in allen Einzelheiten die Eigentümlichkeiten der Stammform aufweist, dann müssen wir freilich die Frage verneinen, denn man kann nicht annehmen, dass die Vorfahren von *Linaria vulgaris* wirklich genau so ausgesehen haben, wie Linné's *Peloria*. Und zwar aus folgenden Gründen:

1. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Stammform fünf Nectarien besessen hat, wie sie die Linné'sche Pelorie zeigt. Es giebt freilich Blüten mit fünf Spornen, z. B. die bekannte Akelei (*Aquilegia*). Aber in der Verwandtschaft unsrer Pflanze sehen wir den Sporn überall in der Einzahl auftreten, so bei den nächsten Verwandten der *Linaria* unter den Scrophularineen oder bei *Utricularia* unter den Lentibularieen, und sämtliche Blüten der ganzen Reihe hieher gehöriger Familien sind eben entweder mit einem Sporn versehen oder sie sind vollkommen spornlos. Wollen wir ohne Voreingenommenheit nach einer Stammform von *Linaria* suchen, so werden wir sie etwa in einer Blüte finden, die so aussieht wie das Löwenmaul (*Antirrhinum*), die also schon vollkommen dorsiventral, mit Ober- und Unterlippe versehen ist, aber keinen Sporn besitzt. *Antirrhinum* aber ist mit den fast radiären Blüten, wie sie bei *Verbascum* vorkommen, durch zahlreiche Uebergänge verbunden.

2. Nun hat aber schon im Jahre 1781 C. Chr. Gmelin eine Pelorie von *Linaria vulgaris* gefunden, die er als *Peloria anectaria* bezeichnet und die demnach vollkommen spornlos ist. Wollte man jedoch in dieser Form die Urform der *Linaria* erkennen, so würde der Umstand hindernd sein, dass sie, wie sich später zeigte, in zwei verschiedenen Gestalten auftritt, die man kurz charakterisieren kann, wenn man sagt, die eine hat die 5 Kronblätter nach Art der Oberlippe, die andere nach Art der Unterlippe der Normalblüte ausgebildet. Wenn es nun auch zweifellos ist, dass die drei unteren Kronblätter (die Unterlippe) beim Auftreten der Dorsiventralität eine weitgehendere Umgestaltung erfahren haben als die Oberlippe, so ist doch kaum anzunehmen, dass die letztere die Ausbildung der Blütenblätter der radiären Stammform unverändert beibehalten habe.

Digitized by Google

3. Es kommt dazu die Stellung der Staubgefäße auf dem Blütenboden, ein Verhältnis das beiden Pelorien eigentümlich ist, aber allen den Familien, die man zur Klasse der Sympetalen zusammenfasst, mit Ausnahme der *Ericaceae* fehlt. Wollte man auch hierin einen „Rückschlag" erblicken, so müsste man in der That dem Protoplasma ein außerordentlich weitgehendes „Erinnerungsvermögen" zuschreiben. —

Wir kommen also zu dem Resultat, dass man die Pelorien nur ganz im allgemeinen als Rückschläge betrachten darf, insofern als sie zur ursprünglichen Symmetrie zurückgekehrt sind — manches Détail aber, was man an ihnen beobachten kann, muss als Neubildung aufgefasst werden. In dieser Schlussfolgerung werden wir bestärkt, wenn wir die Pelorien andrer Pflanzen betrachten, z. B. die von *Digitalis* und diejenigen der Labiaten. Die letzteren sind zu allermeist 4zählig, d. h. sie haben 4 Kelchblätter, 4 Kronblätter etc. Wollte man daraus (wie das Peyritsch gethan hat), den Schluss ziehen, die Labiaten stammten von 4zähligen Vorfahren ab, so würde man damit zu einem Resultat kommen, das mit den bestbegründeten Vorstellungen grell kontrastierte. Wir nehmen also trotz der 4zähligen Pelorien an, dass die Labiaten normal 5zählig sind, grade so wie *Digitalis purpurea* von 5zähligen Blüten abstammt, auch wenn ihre Pelorien 12 und mehrzählig sein können. — Ueber die Ursachen der Pelorien können wir zur Zeit nichts Bestimmtes angeben. Dass endständige Blüten sich pelorisch ausbilden, ist freilich außerordentlich verständlich, fehlt doch einer endständigen Blüte jede Möglichkeit, eine einzige Symmetrieebene zu anderen Teilen der Pflanze zu orientieren, wie das bei Seitenblüten stets der Fall ist. Es giebt aber auch seitlich stehende Pelorien und was diese veranlasst hat, die monosymmetrische Gestalt aufzugeben, wissen wir nicht. Immerhin können wir darauf hinweisen, dass zahllose Seitenblüten sich radiär entwickeln, dass also eine dorsiventrale Ausbildung von Seitenblüten durchaus kein allgemeines Gesetz ist.

Die Fragen, welche sich an die Pelorie anknüpfen, haben in neuester Zeit eine umfassende Behandlung in einer Arbeit von Voechting[1]) erfahren und durch sie sind unsre vorliegenden Darlegungen veranlasst. Dass trotzdem nicht schon in der Ueberschrift diese Zeilen als ein Referat über Voechting's Publikation bezeichnet worden sind, ist weniger dadurch bedingt, dass hier einiges Eigene mitgeteilt ist, als dadurch, dass eine völlige Widergabe des Inhaltes der umfangreichen Abhandlung Voechting's nicht in unsrer Absicht lag. Voechting hat sich hauptsächlich mit *Linaria spuria* beschäftigt, der Art, auf welche schon Stehelin hingewiesen hatte und deren Formenmannigfaltigkeit seither öfter Gegenstand der Beobachtung gewesen war und zuletzt von Petry eingehend beschrieben worden ist. In der That

1) H. Voechting, Ueber Blüten-Anomalien. Statistische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Jahrbücher für wiss. Botanik, Bd. XXXI, Heft 3, 1893.

Digitized by Google

wird man bei dieser Pflanze von vornherein darauf verzichten, die fünfzählige mit fünf Spornen versehene Pelorie, die ganz der Linné'schen von *Linaria vulgaris* entspricht, allein ins Auge zu fassen, da eben andre, nicht minder merkwürdige Formen ebenfalls das Interesse des Beobachters auf sich lenken. Und dabei treten diese Anomalien derartig häufig auf, dass es gewiss nur wenig andre Pflanzen geben dürfte, die in solchem Maße zur Ausbildung von Blütenmissbildungen neigen. In welchem Maße dies aber geschieht, wissen wir durch sorgfältige Zählungen Voechting's nunmehr auch zahlenmäßig anzugeben. Er fand unter 1000 Blüten die folgende Anzahl von Anomalien:

I.	Auf den Waldhäuser Feldern (Tübingen)	1895	31,25
II.	„ „ „ „	1896	33,11
III.	Felder des Elysiums (Tübingen)	1895	59,20
IV.	„ „ Schöneberges (Basel)	1895	57,21
V.	„ der Eberhard-Höhe (Tübingen)	1896	38,39.

Da diese Zahlen aus einer sehr großen Menge von Zählungen gewonnen sind — in I sind 20347, II 9030, III 5000, IV 12305 und V 15053 Blüten untersucht worden — so beanspruchen sie eine sehr große Zuverlässigkeit; sie zeigen, dass durchschnittlich unter hundert Blüten 3 bis 6 nicht normal sind. Auf Grund eines allerdings sehr viel geringeren Materials kann Verf. dieser Zeilen hinzufügen, dass an andren Orten die Zahl von Anomalien noch größer ist[1]). Untersucht wurden im August und September 1898:

VI 2560 Blüten auf Getreidefeldern in Schonungen bei Schweinfurt (gemeinschaftlich mit Prof. Dr. W. Wislicenus in Würzburg).

VIa 650 Blüten auf einem Kartoffelacker ebenda (ebenfalls gemeinschaftlich mit Prof. Wislicenus).

VII 1018 Blüten auf Getreidefeldern bei Zabern (Elsass).

VIII 852 Blüten auf Getreidefeldern der Singrister Höhe bei Maursmünster (Elsass).

Auf Tausend Blüten kommen in	VI	237 anomale
	VIa	117 „
	VII	63 „
	VIII	135 „

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass gewisse, hier nicht anzuführende Umstände es in hohem Grade wahrscheinlich machen, dass die sub VI gewonnene enorme Abnormitätszahl, trotz der relativ geringen Anzahl von untersuchten Blüten, doch ziemlich genau richtig sein dürfte, so dass also an genanntem Orte ungefähr ein Viertel aller Blüten abnorm ist.

Bei der näheren Betrachtung dieser Anomalien hat man zunächst zu berücksichtigen, ob man es mit einer radiären Blüte (Pelorie) oder mit einer dorsiventralen zu thun hat. Sodann kann man Anomalien

1) Genauere Angaben über diese Zählungen werden später an anderem Orte gemacht werden.

Digitized by Google

im Kelch, in der Krone, dem Androeceum und Gynaeceum konstatieren, und zwar sowohl in der Zahl der vorhandenen Glieder, wie in ihrer Ausbildung. Die Berücksichtigung aller dieser Momente würde zu viele Abteilungen ergeben, eine brauchbare Statistik lässt sich nur erhalten, wenn man die Ausbildung der Krone allein betrachtet. Es gilt übrigens im Allgemeinen die Regel, dass die Zahl der Kelch- und Staubblätter identisch mit derjenigen der Kronblätter ist. Zum Verständnis der folgenden Tabelle, die wir Voechting entnehmen, ist noch eine Erklärung der Bezeichnung der dorsiventralen Blüten nötig. Der Nenner der Brüche giebt die Zahl der Oberlippenblätter, der Zähler die Unterlippenblätter an; die durch ein Komma vom Bruch getrennte Zahl weist auf die Sporne hin Die oberste Zahlenreihe giebt jeweils die absolute, die untere die relative (in $^0/_{00}$) Menge der von Voechting beobachteten Formen an. — Außerdem sind in der Tabelle, jedoch nur in absoluten Zahlen noch aufgeführt einige wenige Formen, die Voechting unter seinen 62000 Blüten nicht gefunden hat und die von uns in der angegebenen Menge (Zahlen in Klammer) unter 5000 Blüten gesehen worden sind.

Tabelle I.

Summe aller Blüten	normal	anomal	radiäre Anom. (Pelorien)	dorsiv. Anom.	Pelorien: 2zählige	3zählige	4zählige	5zählige	6zählige	7zählige	8zählige	9zählige	gespaltene
61736	59224	2512	912	1446	1	2	43	810	52	2	1	1	46
1000	959,32	40,68	14,77	23,42	0,016	0,032	0,69	13,12	0,84	0,032	0,016	0.016	0,74

Zygomorphe Anomalien.

3zählig			4zählig						5zählig							
$^0/_3$	$^1/_2$	$^2/_1$	$^0/_4$	$^1/_{3,0}$	$^1/_{3,1}$	$^1/_{3,2}$	$^1/_{3,3}$	$^2/_2$	$^3/_1$	$^0/_5$	$^1/_{4,0}$	$^1/_{4,1}$	$^1/_{4,2}$	$^1/_{4,3}$	$^1/_{4,4}$	$^2/_{3,0}$	$^2/_{3,2}$	$^2/_{3,3}$	$^3/_{3,0}$
(2)	2	2	(2)	(1)	26	12	7	195	[1])	(3)	(1)	2	811	31	2	11	143	15	11
	0,032	0,032			0,42	0,19	0,11	3,15				0,032	13,13	0,5	0,032	0,17	2,31	0,24	0,17

6zählig								7zählig		8 zählig	
$^1/_{5,1}$	$^1/_{5,2}$	$^1/_{5,3}$	$^1/_{5,4}$	$^2/_{4,1}$	$^2/_{4,2}$	$^2/_{4,3}$	$^3/_{3,1}$	$^4/_2$	$^1/_{6,4}$	$^2/_{5,1}$	$^3/_4$	$^3/_6$	andere
2	(2)	63	2	1	95	3	3	(1)	(1)	5	2	1	
0,032		1,02	0,032	0,016	1,53	0,048	0,048			0,082	0,032	0,016	1,73

1) Diese Form wurde im Jahre 1894 von Voechting in einem Exemplar gefunden.

Digitized by Google

Aus dieser tabellarischen Uebersicht ergiebt sich zunächst einmal, dass gewisse Anomalien sehr häufig, andere sehr selten auftreten. Als Beispiele für die häufigsten seien genannt:

$^1/_4$,2; Pelorie 5; $^2/_2$; $^2/_3$,2; $^2/_4$,2; $^1/_5$,3; Pel. 6; Pel. 4.

Besonders selten sind:

$^2/_6$; $^2/_4$,1; Pel. 2, Pel. 8; Pel. 9.

Wenden wir uns nun zu den Einzelheiten, so konstatieren wir zunächst, das neben der 5zähligen Pelorie auch solche mit 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 Kronblättern auftreten können [1]). Aber diese Formen treten in ganz verschiedener Häufigkeit auf. Bei weitem am häufigsten ist die 5zählige, ihr folgen in der Häufigkeit die morphologisch nächst stehenden, die 4- und 6zähligen, die anderen sind viel seltener. Konstruiert man eine Kurve, deren Abscisse die Zahl der Blumenblätter, deren Ordinaten die Zahl der gefundenen Exemplare angiebt, so hat diese Kurve dieselbe Gestalt, wie die meisten Variationskurven, die man bisher aufgestellt hat, sie stellt eine sog. Galtonkurve dar; von ihrem einzigen Gipfel aus erfolgt beiderseits ein allerdings anfangs oft sehr jäher Abfall nach dem Nullpunkt, der Gipfel selbst aber fällt mit der Form zusammen, die man auch ohne Zählung als „normale" Pelorie bezeichnen würde. Bei den dorsiventralen Blüten ergiebt eine Zusammenstellung der Häufigkeit der verschiedenzähligen Formen eine Kurve von ganz ähnlichem Charakter, nur fällt sie viel steiler aus und nähert sie sich rascher dem Nullpunkt:

3zählige	4zählige	5zählige	6zählige	7zählige	8zählige
4	240	60250	169	7	1.

(Schluss folgt.)

Ueber die totale Konjugation bei *Vorticellina*.

Von **Hans Wallengren** in Lund.

Bei den in jüngster Zeit ausgeführten Untersuchungen über den Konjugationsvorgang bei den Infusorien war das Hauptinteresse gerichtet auf die Erforschung der inneren Veränderungen, welche die beiden Konjuganten in Bezug auf Makro- und Mikronukleus erleiden. Weniger Aufmerksamkeit wurde dem äußeren Verlauf der Konjugation gewidmet. Während meiner Studien über ciliate Infusorien habe ich indessen öfters Gelegenheit gehabt, diesen Verlauf bei einer ganzen Reihe von Infusorienformen zu verfolgen, worüber ich hoffentlich in absehbarer Zeit eine eingehendere Untersuchung werde publizieren

1) Die letzte Rubrik der Pelorien in der Tabelle, die aufgeschlitzten Pelorien können hier nicht besprochen werden.

Digitized by Google

können. Bei dieser Gelegenheit werde ich nur ein Paar Fragen behandeln, welche mit der Konjugation der peritrichen Infusorien zusammenhängen und über welche in der Litteratur streitige Angaben vorliegen.

Bezüglich der Konjugation der ciliaten Infusorien hat man bekanntlich zwei Formen unterschieden: die partielle und die totale Konjugation. Zweifelsohne hat, wie Bütschli auch hervorgehoben, letztere sich aus ersterer entwickelt. Indessen sind auch bezüglich des äußeren Verlaufes so große Differenzen vorhanden, dass im Allgemeinen diese beiden Formen der Konjugation ohne Schwierigkeit auseinander gehalten werden können. Bei der partiellen Konjugation ist nämlich die Vereinigung zwischen den beiden Tieren von mehr vorübergehender Art, und nach beendigtem Prozesse trennen sich die beiden Konjuganten, um jeder für sich sein Leben fortzusetzen, während bei der totalen Konjugation nach der herrschenden Ansicht das eine Individuum mit dem anderen vollständig verschmilzt.

Bei meinen Untersuchungen über hiehergehörige Fragen standen mir zu verschiedenen Zeiten teils verschiedene Arten der Gattung *Vorticella*, teils eine auf *Asellus aquaticus* lebende *Epistylis*-Form, *Epistylis simulans* Plate zu Gebote. Besonders bei der letzterwähnten Art habe ich den Konjugationsvorgang genauer verfolgen können. Die im Folgenden gemachten Angaben beziehen sich also im Allgemeinen auf diese Form.

In Bezug auf die Organisation der Mikrogonidie wird von Plate[1]) das Fehlen von Mund und Pharynx, sowie die rudimentäre Ausbildung des vorderen Wimperapparates angegeben. Selbstverständlich ist es schwer, in diesem Punkte eine bestimmte Ansicht zu äußern, da die Mikrogonidien sehr klein sind, und immer, wenn ich sie beobachtete, das Peristom eingezogen hatten; doch ist es mir oft so vorgekommen, als könnte ich in der nach unten sehenden Verlängerung der Vestibularhöhle derartige Bildungen wahrnehmen, und zwar bei solchen Individuen, die sich neulich an eine Makrogonidie festgesetzt hatten. Sicher ist jedenfalls, dass eine Vestibularhöhle mit ihren Wimpergebilden ausgebildet ist und dass sich die kontraktile Vakuole in lebhafter Thätigkeit befindet. Ebenso ist die peristomale Zone gut ausgebildet.

Maupas[2]) verdanken wir einige sehr interessante Beobachtungen über das Verhalten der Makrogonidie bei *Vorticella monilata* während der Konjugation. Nach den Angaben dieses Forschers wird während des ersten Stadiums der Konjugation das Peristom mit ihren Bildungen zurückgebildet und dann reorganisiert. Während dieses Vorganges bleibt die Peristomscheibe eingezogen. Bei *Epistylis* habe ich indessen

1) Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontogen., Bd. 3, 1889, S. 168.
2) Arch. d. Zool. Expériment. etc., Sér. 2, T. 17, 1889, p. 370.

Digitized by Google

keinen derartigen Prozess beobachten können. Sowohl in den ersten wie in den späteren Stadien der Konjugation wird, wie es gewöhnlich der Fall ist, das Peristom der Makrogonidie hervorgestreckt und eingezogen. Die peristomalen Wimpergebilde befinden sich in lebhafter Bewegung und dasselbe gilt auch von den Cilien in Vetibulum und Pharynx. Doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei der fraglichen Art eine solche Reorganisation des Peristoms vor oder nach der Konjugation stattfinden kann. Indessen habe ich bei denjenigen Kolonien, wo Syzygien allgemein vorhanden waren, derartige Individuen mit eingezogenem Peristom niemals beobachtet, obgleich solche doch hätten vorkommen müssen, falls ein derartiger Vorgang stattfände. Ich möchte indessen diese Frage vorläufig offen lassen.

Als den ursprünglichen Vereinigungsmodus zwischen den Konjuganten darf man wohl mit Bütschli die sogenannte terminale Konjugation (Stein) auffassen, bei welcher die beiden Individuen mittels der oralen Enden mit einander verschmelzen. Bei der großen Mehrzahl der ciliaten Infusorien sind die beiden Individuen einer Syzygie auch der oralen Seite entlang mit einander vereinigt. Auch bei derjenigen Form von totaler Konjugation, die sich bei *Spirochonina* findet, verschmelzen die Individuen mit ihren oralen Enden, und das eine — das von seiner Scholle freigemachte — wird von dem festsitzenden Individuum aufgenommen. In allen diesen Fällen müssen also auf Grund der gegenseitigen Lage der Konjuganten — die Mundöffnung und die oralen Gebilde — rückgebildet werden. Bei *Vorticellina* vereinigen sich indessen Mikro- und Makrogonodie, ohne dass die oralen Gebilde davon berührt werden. Es erscheint demnach eigentümlich, dass diese Organe an der Makrogonidie während des Konjugationsvorganges rückgebildet werden, um unmittelbar nachher reorganisiert zu werden. Wenn auch die Beobachtung von Maupas nicht allgemeine Giltigkeit besitzt, so zeigt sie doch, dass ein solcher Prozess bei einer Anzahl Vorticelliden wirklich stattfindet, und ich halte es für wahrscheinlich, dass dieser Vorgang hier betrachtet werden muss als ein Ueberbleibsel von einer ursprünglicheren Konjugationsweise, das noch vorhanden ist, nachdem schon eine solche Rückbildung für den Verlauf der Konjugation nicht mehr notwendig ist.

Die Art und Weise, auf welche sich die Mikrogonidie befestigt, wird von verschiedenen Forschern in abweichender Weise geschildert. Nach Greeff[1]) ist das untere Ende der Mikrogonidie saugnapfartig eingezogen und funktioniert nach seiner Ansicht als eine Haftscheibe. Demnach würde die Mikrogonidie sich wie eine *Trichodina* an die Makrogonidie festsaugen. Balbiani[2]) hat dagegen bei *Carchesium*

1) Untersuch. über den Bau u. die Naturgesch. der Vorticellen. Arch. f. Naturgesch., 37. Jahrg., 1871.

2) Bronn's Klass. u. Ordng., S. 1632

Digitized by Google

polypinum beobachtet, wie vom apicalen Pol der Mikrogonidie sich ein feiner Faden bezw. ein kleiner Stiel entwickelt, durch welchen die Fixierung stattfindet. Begreiflicherweise ist es keine leichte Sache mit völliger Bestimmtheit zu entscheiden, in welcher Weise sich dieser Vorgang abspielt. Die Makrogonidie befindet sich zur Zeit der Konjugation, wenn die Mikrogonidien über ihre Oberfläche hervorschwimmen oder hervorkriechen, in einer, wenn ich so sagen darf, sehr aufgeregten Gemütsstimmung. Sie kontrahiert sich oft und energisch. Die Mikrogonidien sind ebenfalls meistens in einer lebhaften Bewegung begriffen. Doch habe ich den Eindruck bekommen, dass ihr hinteres Körperende nicht konkaviert, sondern eher konvex sei; auch habe ich nicht finden können, dass sie sich nach Art der *Trichodina* in der Weise befestigen, dass sie sich gegen die Unterlage hinaufpressen. Wenn die Mikrogonidie sich bewegt, habe ich wiederholt eine Ausbuchtung am hinteren Ende wahrgenommen, und durch die Cilien des hinteren Kranzes hält sie sich fest. An Mikrogonidien, die sich vor kurzem befestigt haben, ist der apicale Pol bisweilen etwas ausgezogen, und ein Paar Mal ist es mir so vorgekommen, als würden sie wirklich durch einen fadenförmigen Auswuchs mit den Makrogonidien vereinigt Indessen ist es meiner Meinung nach nicht ganz richtig, den betreffenden fadenförmigen Auswuchs mit einem Stiele zu vergleichen. Wahrscheinlich repräsentiert er das hintere protoplasmatische Körperende der Mikrogonidie, das auf diese Weise gedehnt worden ist, weil sich die Makrogonidie heftig kontrahiert hat. Binnen kurzem wird er resorbiert oder verkürzt sich, und die Mikrogonidie befestigt sich mit ihrer ganzen Hinterfläche.

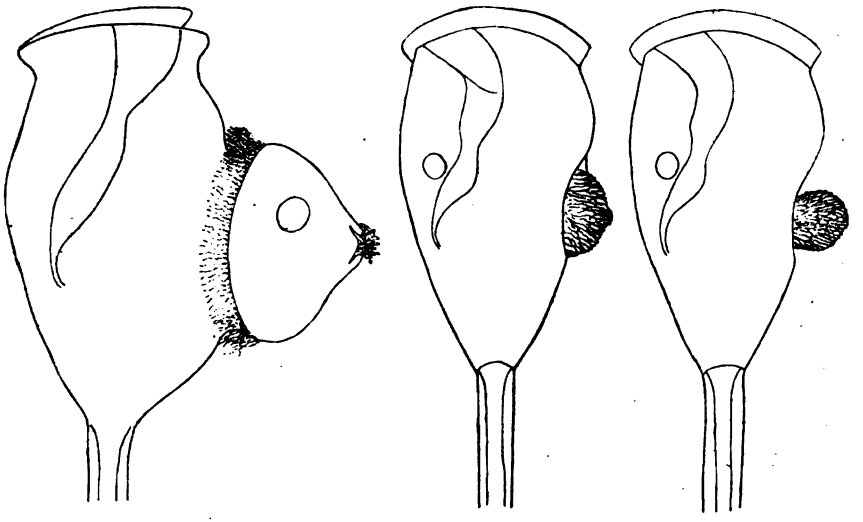
Um zu entscheiden, ob die Mikrogonidie sich an einer bestimmten Seite des Körpers der Makrogonidie befestigt, habe ich diese in der Weise orientiert, dass ich die gegen die Oeffnung der Peristomzone stehende Seite als die ventrale, die gegenüberliegende als die dorsale bezeichnet habe. Indessen ist es mir nicht gelungen, in dieser Hinsicht irgend welche Gesetzmäßigkeit zu entdecken. Bald hat sich die Mikrogonidie an der dorsalen bald an der ventralen Seite, rechts oder links, befestigt.

In Bezug auf die Frage, auf welcher Höhe an der Makrogonidie sich die Mikrogonidie befestigt, finden sich dagegen in der Litteratur verschiedene Angaben. Im Allgemeinen befestigt sie sich bekanntlich in der Nähe des apicalen Poles, und zwar an der Stelle, wo sich der hintere Cilienkranz befindet oder an der Mittellinie des Körpers, seltener höher nach oben zu. Zweifelsohne finden sich in dieser Beziehung Abweichungen zwischen den verschiedenen Formen. So habe ich gefunden, dass wenigstens bei einigen *Vorticella*-Arten sich die Mikrogonidie unterhalb der Mittellinie nahe an dem apicalen Pol befestigt hat, während sie sich bei *Epistylis* auf einem höheren Niveau befestigt;

Digitized by Google

allein ein Teil der in der Litteratur befindlichen streitigen Angaben beruhen vielleicht auch darauf, dass die Verfasser mehr oder weniger vorgeschrittene Stadien der Konjugation vor sich gehabt haben. Wenn sich die Mikrogonidie befestigt, befindet sie sich anfangs in der Nähe des hinteren Körperteils und wird dann, wie es scheint, verschoben, bis sie wie bei *Epistylis simulans* an der Mitte des Körpers sitzen bleibt. Eine solche Verschiebung habe ich wiederholt beobachtet, allein ob sie auf einer wirklichen Ortsveränderung oder nur auf einem wechselnden Kontraktionszustande des hinteren Körperendes der Makrogonidie beruht, habe ich nicht entscheiden können.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



Stein[1]) hat bei *Epistylis* und *Zoothamnium*-Arten gefunden, dass die Mikrogonidie sich während des Konjugationsverlaufes tief in die Körpermasse der Makrogonidie hineinsenkt. Während des Anfangsstadiums der Konjugation kann man, so viel ich gefunden habe, keine Einbuchtung der Makrogonidie an der Befestigungsstelle der Mikrogonidie konstatieren. Im Gegenteil hat es bisweilen den Anschein, als wäre an der betreffenden Stelle jene ausgebuchtet in eine Partie, welche in die Mikrogonidie übergeht. In einem mehr vorgeschrittenem Stadium sieht man indessen eine deutliche Einbuchtung rings um die Mikrogonidie (Fig. 2 u. 3 S. 104) und diese wird während des ganzen späteren Verlaufes der Konjugation erhalten. Auch bei verschiedenen *Vorticella*-Arten habe ich analoge Verhältnisse gesehen, obwohl hier die Einbuchtung weniger markiert war.

Nachdem also die Mikrogonidie sich befestigt hat und durch das hintere Körperende mit der Makrogonidie verschmolzen, fängt die Be-

1) Der Organismus der Infusorienthiere, 1867, S. 102 u. 134.

Digitized by Google

wegung der Wimpergebilde des hinteren Cilienkranzes an abzunehmen, und schließlich hängen sie schlaff und unbeweglich herab (Fig. 1). Bei stärkerer Vergrößerung erscheinen sie dann körnig und ihre Konturen werden uneben. Sie werden nicht mehr gerade erhalten, sondern sind unregelmäßig gebogen oder an verschiedenen Stellen ihrer ganzen Ausstreckung entlang gebrochen. In dem Maße, wie die Zusammenschmelzung fortschreitet, werden diese Wimpergebilde kürzer und zur Zeit, wo an der Makrogonidie eine Einbuchtung rings um die Haftstelle der Mikrogonidie sich gebildet hat, sind sie vollständig verschwunden. Wie dies geschieht, ist recht misslich mit Bestimmtheit zu entscheiden. Allein auf Grund meiner Beobachtungen halte ich es für wahrscheinlich, dass ein Resorptionsprozess hier stattgefunden hat. Wenn beispielsweise bei *Stylonychia mytilus* die alten Wimpergebilde des Körpers bei der Teilung von neuen ersetzt werden, werden jene resorbiert und sie zeigen gerade dasselbe Aussehen wie die betreffenden Gebilde bei der Mikrogonidie. Ferner habe ich, obgleich ich den ganzen Konjugationsvorgang verfolgt habe, doch niemals eine Ablösung der Wimpergebilde konstatieren können.

Wie schon hervorgehoben, hält die Mikrogonidie während des ganzen Konjugationsverlaufes das Peristom eingezogen. Jedoch kann man während der ersten Stadien mit Leichtigkeit konstatieren, dass die vestibularen Cilien in lebhafter Bewegung begriffen sind, jedoch hört diese schließlich auf und die Cilien mit der Vestibularhöhle verschwinden. Auf welche Weise dies geschieht, habe ich nicht herausfinden können. Es scheint mir indessen, als ob die Rückbildung der Vestibularhöhle nicht direkt darauf beruhte, dass das Entoplasma der Mikrogonidie in die Makrogonidie aufgenommen werde, denn in diesem Stadium lässt sich noch keine merkbare Verminderung in Bezug auf das Volumen der ersteren konstatieren.

Die Wimpergebilde der peristomalen Zone sind, wie schon bemerkt wurde, gut entwickelt, und man kann im Anfange der Konjugation deutliche, wenn auch schwache Bewegungen bei denjenigen der Mikrogonidien konstatieren. Bald hören aber diese auf; dann öffnet sich der Peristomsaum und der Grund wird gehoben, so dass die peristomalen Wimpergebilde etwas hinausragen. Diese zeigen dann ein Aussehen, das auf einen eingetretenen Resorptionsprozess hindeutet. Bezüglich der Ursache, wodurch diese Hinauspressung der peristomalen Gebilde bewirkt wird, kann vielleicht eine Beobachtung, die von Jickeli[1]) bei *Ophrydium versatile* gemacht wurde, einige Anhaltspunkte geben. Die Mikrogonidie dieser Art nimmt nämlich stark an Volumen zu, nachdem sie sich mit der Makrogonidie vereinigt. Offenbar beruht dies darauf, dass das Plasma aus der letzteren in erstere

1) Bronn's Klassen u. Ordng., S. 1632.

Digitized by Google

hinübertritt. Bei *Epistylis simulans* habe ich allerdings keine Volumveränderung konstatieren können, doch scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass eine kleine Plasmamenge in die Mikrogonidie hinaufgepresst wird und den in dieser vorhandenen Druck vermehrt, wodurch notwendigerweise bewirkt wird, dass das Peristom nach oben geschoben wird und die oralen Gebilde durch die Peristommündung hervorgepresst werden.

Die kontraktile Vakuole, die sich während des ersten Stadiums der Konjugation in normaler Thätigkeit befunden, verschwindet schließlich. Die Zeiten zwischen zwei Diastole werden immer länger und länger, und allmählich hören sie völlig auf zu wirken. Die näheren Umstände bei diesem Vorgange habe ich nicht verfolgen können. Ihr Schwinden dürfte wohl mit der Rückbildung des Vestibulums und Peristoms in Zusammenhang stehen, doch bleibt sie noch in voller Thätigkeit erhalten, nachdem schon die peristomalen Wimpergebilde hervorgepresst worden und eine Vestibularhöhle nicht mehr zu sehen ist.

Nachdem alle diese Veränderungen durchgeführt sind, fängt das Entoplasma der Mikrogonidie an, in einer merkbareren Weise in die Makrogonidie aufgenommen zu werden. Erstere nimmt allmählich an Größe ab, und an ihrer Oberfläche entstehen zahlreiche Faltungen. Weil das Entoplasma mit Makro- und Mikronuclei mehr und mehr in die Mikrogonidie übergeführt wird, schrumpft die Pellicula zusammen (Fig. 2 u. 3), und die Mikrogonidie zeigt nun ein eigentümliches Aussehen mit den schon von früheren Autoren beschriebenen borstenähnlichen Gebilden an der Oberfläche. Dass indessen diese nur auf Faltenbildungen in der schrumpfenden Mikrogonidie beruhen, hat schon Greeff[1]) und nach ihm Maupas hervorgehoben, doch erklärt Bütschli[2]), dass ihre Bedeutung noch nicht sicher aufgeklärt ist und vergleicht sie mit denjenigen Auswüchsen, welche sich am hinteren Ende gewisser Amöben vorfinden und die nach seiner Ansicht durch „Wasserarmut des Ektoplasmas" hervorgerufen werden. Auf Grund meiner Beobachtungen wage ich doch mit Bestimmtheit zu behaupten, dass diese Gebilde nur Faltungserscheinungen sind, welche dadurch entstehen, dass die Mikrogonidie ihres Inhaltes beraubt wird, wodurch die Pellicula kollabiert und tief gefaltet wird. Sie stimmen vollständig überein mit jenen Faltungen, die man an der Pellicula solcher Infusorien beobachten kann, die vorsichtig zerdrückt wurden, sodass eine größere Menge des Entoplasmas hinausgepresst wurde. Von einer besonderen Bedeutung dieser Gebilde kann also kaum die Rede sein.

Ueber die späteren Schicksale der Mikrogonidie liegen anscheinend streitige Angaben vor. Dass eine totale Verschmelzung stattfindet

1) l. c.

2) Bronn's Klassen u. Ordng, S. 1632.

Digitized by Google

oder dass die Mikrogonidie vollständig von der Makrogonidie aufgenommen wird, behaupten Balbiani, Engelmann und Bütschli u. a., während dagegen Greeff gestützt auf Beobachtungen bei einer *Vorticella* aus der Nordsee (*Vorticella nebulifera*?) die Ansicht geltend macht, dass der zusammengeschrumpfte Rest der Mikrogonidie schließlich abgestoßen wird. Dieser letzteren Auffassung hat sich auch Evertz[1]) angeschlossen, obgleich er selbst nicht Gelegenheit gehabt hat, den Endprozess zu verfolgen. In seiner umfassenden Arbeit über die Konjugation bei den ciliaten Infusorien giebt Maupas an, dass dasselbe bei den Mikrogonidien von *Vorticella monilata* geschieht. Wenn die Konjugation bis zu dem in Fig. 2 (S. 157) angegebenen Stadium fortgeschritten ist, fängt die Mikrogonidie an, an ihrer Basis im Umfange abzunehmen und gleichwie zusammengekniffen zu werden. Dies beruht wahrscheinlich darauf, dass dasjenige Gebiet an der Makrogonidie, auf welchem die Mikrogonidie befestigt war und wo die Pellicula rückgebildet wurde, damit das Entoplasma und die Kerne der letzteren in die Makrogonidie aufgenommen werden könnten, anfängt, gewissermaßen zu heilen und sich zusammenzuziehen, wobei die Pellicula regeneriert wird. Wie nun also die Mikrogonidie im Umfange abnimmt, wird sie höher und schmäler und wird schließlich abgestoßen durch einige kräftige Kontraktionen der Makrogonidie. In einem Falle sah ich auch, dass in der Mikrogonidie, unmittelbar vor ihrer Ablösung, heftige, sozusagen spasmodische Zuckungen eintraten, während zu gleicher Zeit sich auch die Makrogonidie heftig zusammenzog, als wollte sie sich von dem unbrauchbaren, ausgesogenen Teile der Mikrogonidie befreien. Indessen kann man noch während einer gewissen Zeit nach der Konjugation diejenige Einbuchtung am Körper der Makrogonidie, in deren Mitte der kleine Konjugant gesessen, beobachten. Schließlich wird auch diese rückgebildet und die Makrogonidie bekommt wieder ihr normales Aussehen. Das Schicksal der Mikrogonidie nach erfolgter Abstoßung ist ohne weiteres klar. Offenbar muss dieselbe der Auflösung anheimfallen, da sie sowohl ihrer Kerne als des größeren Teiles des Entoplasmas beraubt ist.

Nach der Ansicht von Greeff und Maupas enthält dieser Mikrogonidienrest nur die leere „Haut", allein auf Grund meiner Beobachtungen neige ich am meisten zu der Ansicht, dass in derselben auch gewisse Reste des Plasmaleibes enthalten sind. Der Umstand, dass in derselben Kontraktionen stattfinden können, deutet darauf hin, dass eine Myomenschicht und dann wohl auch die Ektoplasmaschicht vorhanden ist. Bisweilen habe ich auch geglaubt, in derselben eine granulierte Substanz, die wahrscheinlich Entoplasmareste darstellt, wahrnehmen zu können.

1) Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. 23, 1873, S. 609.

Digitized by Google

Betreffs der totalen Konjugation bei *Vorticellina* äußert Bütschli[1]): Das Wesen des Vorganges ist einmal . . . ferner, dass die Vereinigung stets zu völliger Verschmelzung der Mikrogonidie mit der Makrogonidie führt". Auf Grund der dargelegten Befunde scheint indessen keine vollständige Verschmelzung zwischen den beiden Konjuganten stattzufinden. Nur die Kerne und das Entoplasma werden in die Makrogonidie aufgenommen. Die beiden Konjugationsformen stimmen also mit einander darin überein, dass nach beendigtem Prozess die Konjuganten sich von einander trennen, allein sie unterscheiden sich, abgesehen von der inneren Verschiedenheit im Verlaufe, auch darin, dass während bei der partiellen Konjugation die beiden Individuen jedes für sich ihr Leben fortsetzen, bei der totalen Konjugation nur das eine Individuum, die Makrogonidie, befähigt ist, weiter zu leben, das andere dagegen, die Mikrogonidie, zugrunde gehen muss. [23]

Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum*.

Von **W. Karawaiew**,
Assistent am zoologischen Laboratorium der St. Wladimir-Universität zu Kiew.

(Fortsetzung statt Schluss.)

Wir kehren wieder zu den „körnchenhaltigen" Zellen zurück um ihre Natur näher zu untersuchen. Bei einer Untersuchung der Schnitte bei starken Vergrößerungen sieht man in diesen Zellen kein Protoplasma — statt desselben befindet sich in den Zellen eine homogene, durchsichtige, schleimige Masse, in welcher die genannten, groben „Körnchen" zu sehen sind. Einen solchen Eindruck bekam ich, als ich Schnitte in toto mit Boraxkarmin und Alaunkarmin gefärbter Larven untersuchte; die Natur der „Körnchen" blieb mir ganz unverständlich. Ein ganz anderes Aussehen bekommen aber die „Körnchen", wenn man die Schnitte mit einer wässerigen Lösung von Thionin färbt und die Farbe mit reinem absoluten Alkohol auszieht, wie ich es zufällig gefunden habe, — man sieht dann, dass man es nicht mit irgend welchen Körnchen, sondern mit parasitischen Organismen zu thun hat. Die Färbung mit Thionin ist eine sehr differenzierte, dennoch wird die nähere Untersuchung durch die Kleinheit der Objekte sehr erschwert — der größte Durchmesser der Parasiten betrifft ungefähr 4,5 μ. Bei der Untersuchung der Parasiten ergiebt es sich, dass es einzellige Wesen von Keulenform sind (Fig. 6), man unterscheidet im Innern ihres Protoplasmas zwei rundliche Gebilde, von denen das eine intensiver gefärbt, das andere durchsichtiger erscheint; ich deute das erstere als den Kern, das letztere als die kontraktile Vakuole; es scheint mir,

1) l. c. S. 1628.

Digitized by Google

dass in der Mehrzahl der Fälle die kontraktile Vakuole dem gerundeten Ende, der Kern dem entgegengesetzten zugespitzten näher liegt. Bei der Untersuchung der mit Thionin gefärbten Materials schien es mir, dass das zugespitzte Ende des Parasiten in eine Geißel übergeht, dieselbe ist aber jedenfalls ungemein fein. Beim Färben mit Boraxkarmin und Alaunkarmin verschwinden alle diese Einzelheiten fast gänzlich. Ich untersuchte auch lebendiges Material. Dazu präparierte ich in einer physiologischen Kochsalzlösung den entsprechenden Darmabschnitt bei einer lebendigen Larve heraus und zerzupfte ihn auf dem Objektträger in einem Tropfen derselben Flüssigkeit; nachdem ich das ganze

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 6. Einzelne parasitische Flagellaten aus den Epithelzellen des vordersten Mitteldarmabschnittes; rechts zwei Gameten in Kopulation (?) begriffen. Vergr. 1500/1.

Fig. 7. Teil eines Querschnittes durch die Wand des parasitenhaltigen Abschnittes bei starker Vergrößerung. 1000/1.

mit einem Deckgläschen bedeckt hatte, ging ich gleich zur Untersuchung des frischen Materials mit Immersionssystemen über. Bei vielen Zellen wurden die Zellmembranen zerrissen und viele Parasiten gelangten in die umgebende Kochsalzlösung. Es ergab sich somit die Möglichkeit die frei gewordenen, sowohl wie die in ihrem natürlichen Medium befindlichen Organismen gleichzeitig zu beobachten. Die freien Organismen befanden sich in einer lebhaften Bewegung, sie war aber keine aktive, sondern die tanzende molekuläre, durch die Kleinheit der Objekte bedingte, und hört nach der Fixierung mit Osmiumsäure nicht auf. Die in ihrer natürlichen Lage in den Zellen gebliebenen Organismen blieben ohne Bewegung, und ich erkläre diesen Umstand damit, dass die schleimige Konsistenz des Mediums die Bewegung verhinderte. Wenn eine Geißel existiert, so muss sie bei den normalen Lebensbedingungen eine Funktion haben und es muss das ohne Zweifel

Digitized by Google

auch in Wirklichkeit sein, die normalen Bewegungen mittels der Geißel können aber bei dem in Frage stehenden Organismus sehr schwach, schwer zu beobachten sein; außerdem wurden die Lebensbedingungen durch die Präparation, obschon in schwacher Weise, doch etwas verändert. Im allgemeinen konnte ich bei der Untersuchung des lebendigen Materials viel weniger sehen, als bei der Untersuchung des fixierten und mit Thionin gefärbten: die Geißel konnte ich noch weniger unterscheiden; dasselbe bezieht sich auch auf den Kern und die vermutliche kontraktile Vakuole. Es gelang mir dennoch bei dem frischen Material einen interessanten Vorgang zu beobachten, welchen ich auf Fig. 6 rechts abgebildet habe. Wir sehen hier zwei Individuen, welche mit ihren zugespitzten Enden vereinigt sind und sich durch ihre Größe bedeutend unterscheiden; die Geißeln waren nicht zu sehen. Ich glaube, dass dieser Vorgang als eine Kopulation zu deuten ist. Fixierung des lebenden Materiales unter dem Deckgläschen mit Osmiumsäure gab für die Untersuchung der Einzelheiten keinen Vorzug. — Wenn wir uns jetzt zur Frage nach der systematischen Stellung des uns interessierenden Organismus wenden, so glaube ich, dass wir nicht irre gehen, wenn meine Beobachtungen bezüglich der Geißel richtig sind, wenn wir ihn zu den Flagellaten stellen; dieselben sind ja schon als Parasiten in den Darmepithelzellen der Insekten bekannt. — Fig. 7 zeigt uns bei einer starken Vergrößerung einen kleinen Teil eines Querschnittes durch den entsprechenden Abschnitt der Mitteldarmwand einer *Anobium*-Larve, welcher eine mit Parasiten erfüllte Epithelzelle enthält. Auf dieser Abbildung sehen wir, in welch ungeheurer Anzahl sie in der Zelle vorhanden sind; vom Protoplasma sehen wir keinen Rest — alles ist zu grunde gegangen, wohl durch die Lebensthätigkeit der Flagellaten und hat sich in eine schleimige Flüssigkeit verwandelt. Der Zellkern ist vorhanden und hat sonderbarer Weise ein wenig verändertes Aussehen; auch in anderen von Parasiten erfüllten Zellen beobachtete ich ähnliche Kerne, ich habe aber diesem Gegenstande noch ungenügende Aufmerksamkeit geschenkt; die Zellmembranen beobachtete ich immer unverletzt. Auf derselben Fig. 6 beobachten wir zu den Seiten der von den Parasiten angefallenen Zelle noch einige normale Epithelzellen, deren Protoplasma von einer großen Anzahl kleiner gerundeter Vakuolen erfüllt ist; links sehen wir zwei solche Zellen, rechts eine, noch weiter nach rechts liegt eine kleine Zelle, welche zwischen die erste und eine Nachbarzelle eingekeilt ist; ihr Protoplasma ist vakuolenfrei; vielleicht ist sie als eine Kryptenzelle anzusehen. Die parasitenhaltige Zelle ist in diesem Falle wenig gerundet, weshalb bei den Nachbarzellen die Grenzflächen nicht konkav sind. Die Frage nach der Art des ursprünglichen Eindringens der Parasiten in das Darmepithel muss wohl so beantwortet werden, dass sie mit der Nahrung, also mit der Kleie, in den Darmkanal gelangen

Digitized by Google

und von da in die Epithelzellen hineinwandern. Die Einzelheiten dieses Prozesses aber und der Umstand, dass die Parasiten nur in einem gewissen Abschnitte des Mitteldarmes hausen, dabei auch dessen Medianstreifen nicht bewohnen, bleiben noch unerklärt. Die parasitenhaltigen Epithelzellen sind im allgemeinen viel größer als die normalen, parasitenfreien, und die Mehrzahl derselben übertraf bei den von mir untersuchten Exemplaren einigemal die Größe der normalen; in der Ausrundung der Form der parasitenhaltigen Zellen beobachtet man ebenfalls verschiedene Stufen. Aus diesen zwei Umständen schließe ich, dass die parasitenhaltigen Zellen ursprünglich eben solche Epithelzellen sind, wie die übrigen, in welchen wir keine Parasiten beobachten und welche ich vorläufig als „Stützzellen" bezeichnete, dass das Größerwerden, sowohl wie die Ausrundung der Form der parasitenhaltigen Zellen infolge der Anwesenheit der Parasiten geschieht, deren Lebensthätigkeit eine Steigerung des Druckes in den Zellen hervorruft; die Steigerung des Innendruckes hat zur Folge, dass die Zellwände mehr oder weniger blasenartig aufgebläht werden und dass infolge des Druckes, welchen diese Zellen auf die normalen Epithelzellen ausüben, sogar die Form der letzteren verändert wird — sie erfahren seitliche Eindrücke, welche der gerundeten Form der aufgeblähten Zellen entsprechen. Wenn wir die Resultate dieses Prozesses noch weiter verfolgen, so wird uns auch die unregelmäßig aufgetriebene Form des vorderen Mitteldarmabschnittes verständlich. Die parasitenhaltigen Zellen werden in allen Richtungen größer, daher auch in der Richtung der Wandebene; dadurch entsteht das Herausstülpen der Wand; da aber die parasitenhaltigen Zellen unregelmäßig in der Wand verteilt sind, so geschieht das Herausstülpen sehr unregelmäßig. Die parasitenfreien Epithelzellen wachsen und vermehren sich während des Wachstums der Larve viel langsamer, als die parasitenhaltigen aufgebläht werden, und daher bilden sie den Boden der Thäler. Was mit einzelnen parasitenhaltigen Zellen zuletzt geschieht — ob sie platzen und die Parasiten in den Darminhalt gelangen, ob die letzteren von hier wieder in parasitenfreie Zellen eindringen können, das weiß ich nicht. — Die Anwesenheit von Parasiten ist bei den *Anobium*-Larven nicht nur keine seltene Erscheinung, sondern ich habe nie Larven beobachtet, bei welchen keine Parasiten wären, dabei ist die Zahl der parasitenhaltigen Zellen immer eine sehr große. Wie wir später sehen werden, erhalten sich die Parasiten auch bei den Imagines, bei welchen sie denselben vordersten Mitteldarmabschnitt bewohnen. Diese zwei Umstände rufen die Vermutung hervor, dass die Lebensthätigkeit der in Frage stehenden Organismen für das Insekt, nämlich für die Verdauung, vielleicht irgend eine Bedeutung hat, dass wir nicht einen Fall von reinem Parasitismus, sondern eine Art Symbiose vor uns haben. Dennoch kann ich diese Vermutung zur Zeit nicht näher be-

gründen und in der obenstehenden Darstellung meiner Befunde bezeichnete ich die in Frage stehenden Organismen als Parasiten, um so mehr als sie das Protoplasma der befallenen Zellen als Nahrung verbrauchen.

Es bleibt uns noch der übrigen Bestandteile der Wand des vorderen parasitenhaltigen Mitteldarmabschnittes zu gedenken. Da er nur einen durch die Anwesenheit der Parasiten modifizierten Mitteldarm abschnitt darstellt, so sind die übrigen Bestandteile seiner Wand eigentlich dieselben, wie im übrigen Teile des Mitteldarmes. Seine Innenfläche ist von einer Intima überzogen, die Außenfläche der Wand ist aber hier fast nackt, nur hie und da liegen weit von einander kleine, kaum wahrnehmbare, bald rundliche, bald verlängerte Peritonealzellen. Eine solche Armut erklärt sich aus dem Umstand, dass die Wand dieses Abschnittes sich stark in ihrer Fläche erweitert.

Fig. 8.

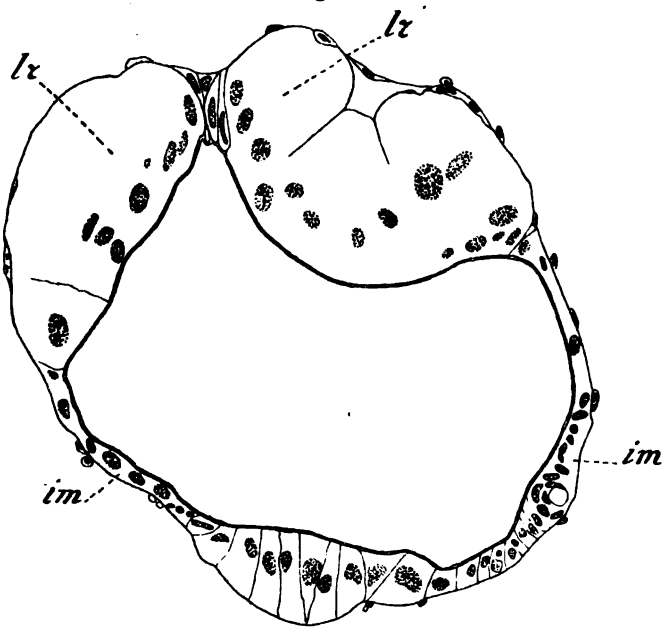


Fig. 8. Querschnitt durch den blasenartig aufgetriebenen Hinterdarmabschnitt einer jungen *Anobium*-Larve. Vergr. 333/1.

Gleich hinter dem Hinterende des Mitteldarmes entspringen die sechs Malpighi'schen Gefäße, die größtenteils nach vorn ziehen, dann folgt ein kurzer dünner Hinterdarmabschnitt, dessen Wand aus einer Schicht kleinzelligen Epithels und aus einer äußeren ringfaserigen Muskularis besteht. Hinter diesem Hinterdarmabschnitte folgt nun ein zweiter, blasenartig aufgetriebener, welcher eine etwas kompliziertere Struktur besitzt und unzweifelhaft als Homologon eines ähnlichen von

Digitized by Google

mir bei den Ameisenlarven beobachteten Hinterdarmabschnittes angesehen werden muss. Die epitheliale Schicht seiner Wand (Fig. 8) besteht aus alternierenden dickeren *lr* und dünneren *im* Lamellen, welche entsprechend aus größeren und kleineren in einer Schicht geordneten Zellen gebaut sind. Die Zellen beider Lamellenarten haben ganz denselben Charakter wie bei den Ameisenlarven, so dass man bei Untersuchung dieses Darmabschnittes glauben könnte, man habe es mit einer kleinen Ameisenlarve zu thun. Wie bei den Ameisenlarven, so haben auch bei den jungen *Anobium*-Larven die Epithelzellen der dickeren Lamellen einen drüsigen Charakter, ihr Protoplasma ist feinkörnig, die Zellgrenzen sind sehr undeutlich und größtenteils sogar gar nicht unterscheidbar; die Kerne sind ziemlich groß, gerundet, grobkörnig und liegen näher zur Innenfläche der Lamellen. Die Außenfläche der großzelligen Lamellen ist uneben — sie besteht hie und da aus gerundeten Auswüchsen, welche einzelnen großen Zellen oder deren Gruppen entsprechen. Das Epithel der kleinzelligen Lamellen besteht aus viel kleineren Zellen, deren Protoplasma sich etwas intensiver färbt als das der großzelligen. Die Zahl der großzelligen, sowohl wie die der sie trennenden kleinzelligen Lamellen, konnte ich mit Bestimmtheit nicht feststellen, da ihre gegenseitige Lage sehr unbestimmt zu sein scheint und sie dabei auch hie und da ineinander übergehen; die Breite der einen und der anderen Lamellen ist in verschiedenen Abteilungen verschieden: die großzelligen Lamellen liegen scheinbar niemals in der Gegend zwischen den nahe liegenden Verbindungsstellen des aufgetriebenen Hinterdarmabschnittes mit dem vorhergehenden und nächsten Abschnitten. Die Innenfläche des aufgetriebenen Hinterdarmabschnittes ist von einer sehr zarten Chitinmembran überzogen; die Außenfläche ist mit peritonealen Zellen bedeckt, welche bei sehr jungen Larven sehr spärlich zerstreut sind, bei den älteren aber eine mehr oder weniger zusammenhängende Schicht bilden und sich allmählich in Muskelzellen differenzieren.

Der aufgetriebene Hinterdarmabschnitt geht wieder in einen schlauchförmigen und dabei sehr langen Abschnitt über. Der letztere fängt mit einem sehr dünnen Rohr an, verdickt sich aber bis zum Ende sehr allmählich. Die Wand dieses Hinterdarmabschnittes besteht im wesentlichen aus einer kleinzelligen inneren Epithelschicht und aus einer äußeren Muskularis, welche aus einer Schicht zirkulär geordneter Muskelfasern besteht; von Innen wird die Epithelschicht von einer ziemlich dicken und resistenten Chitinkutikula ausgekleidet. Eine so einfache Struktur besitzt aber der betreffende Hinterdarmabschnitt nur eine sehr kurze Strecke, wo sich zu den Ringmuskelfasern noch eine kleine Anzahl von Längsfasern gesellt, weiter nach hinten wird sie aber gestört durch die Anwesenheit der Hinterabschnitte der Malpighi'schen Gefäße, welche in eine nahe Beziehung zu diesem Darmabschnitte

treten. Die sechs Malpighi'schen Gefäße, welche wir bei ihrem Austritt aus dem Darmkanale verlassen haben, ziehen in der Regel nach vorn; nachdem sie ungefähr das Vorderende des Mitteldarmes erreicht haben, kehren sie wieder zurück und gelangen annähernd in die Gegend, in welcher sie aus dem Darmkanal ausgetreten sind; ausnahmsweise geschieht es, dass ein Gefäß, wie auf Fig. 1, sich nicht nach vorn, sondern gleich nach hinten richtet; solche Gefäße machen eine kürzere Schlinge. Jedenfalls vereinigen sich alle Malpighi'schen Gefäße in ein gemeinschaftliches Bündel und verwachsen mit dem vorletzten Hinterdarmabschnitte, unweit von seinem Austritt aus dem aufgetriebenen zweiten Abschnitte. Wie wir uns erinnern (Fig. 1), hat der vorletzte Hinterdarmabschnitt die Form eines Bogens, dessen Wölbung nach vorn gerichtet ist. Die Malpighi'schen Gefäße wachsen nun an diesen Bogen von der hinteren konkaven Seite an Wenn wir den entsprechenden Hinterdarmabschnitt gleich nach der Anwachsungsstelle der Malpighi'schen Gefäße auf Querschnitten (Fig. 9) untersuchen, so bemerken wir, dass das innere Epithel auf der Innenseite zwei nahe

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

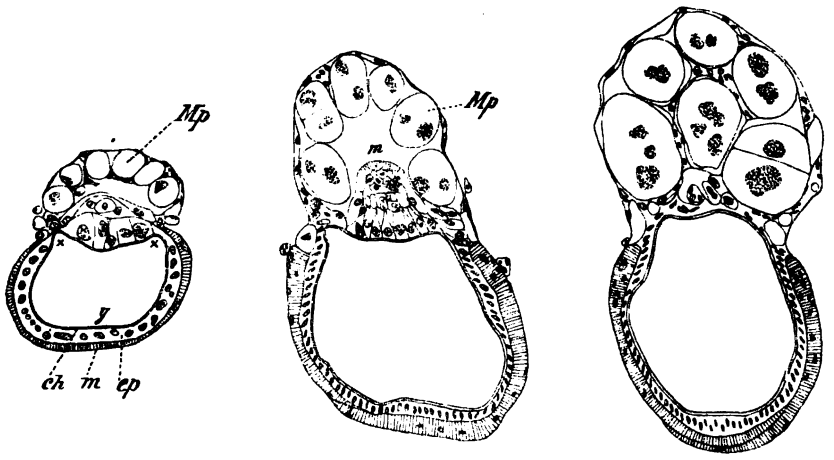


Fig. 9, 10 u. 11. Drei Querschnitte durch den Abschnitt des Rektums, welcher in seiner Wand die Hinterabschnitte der Malpighi'schen Gefäße *Mp* enthält. Nach Zeiss 3 mm, C. Oc. IV etwas verkleinert.

von einander liegende Längseinschnürungen erfährt, weshalb eine Rinne *xyx* entsteht, welche von einer länglichen epithelialen Lamelle *xx* gedeckt wird; die Zellen der deckenden Lamelle erreichen eine bedeutendere Größe, weshalb die Lamelle etwas dicker ist, als die übrige rinnenförmige Epithelschicht. Die Muskularis erfährt längs den Epitheleinschnürungen eine Unterbrechung. An der deckenden Lamelle liegen nun die Malpighi'schen Gefäße *Mp*, welche am Anfangsteil des entsprechenden Hinterdarmabschnittes sich in einer Schicht ebenfalls rinnen-

Digitized by Google

förmig ausbreiten; die Höhlung dieser Rinne ist der deckenden Lamelle, also zugleich auch der Höhlung der epithelialen Darmrinne zugekehrt; dabei liegen die Ränder der aus den Malpighi'schen Gefäßen gebildeten Rinne nahe an den Einschnürungen des Darmepithels; die Malpighi'schen Gefäße werden in ihrer Lage zusammengehalten durch ein lockeres Bindegewebe, welches von außen hüllenartig entwickelt ist und wohl zum mesodermalen Peritoneum zu rechnen ist. Zwischen den Malpighi'schen Gefäßen und der deckenden epithelialen Lamelle bemerken wir noch eine Reihe von Zellen; einige dieser Zellen sind klein, besitzen eine gerundete Form und liegen unmittelbar an der deckenden Lamelle, andere sind größer, haben eine längliche Form und liegen quer, nach außen von dem ersteren, indem sie von der einen epithelialen Einschnürung zur anderen ziehen; ob es Muskelzellen sind, oder nicht, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, da ich an ihnen kontraktile Substanz nicht unterscheiden konnte. Im allgemeinen denselben Charakter behält unser Hinterdarmabschnitt auch auf weiteren Querschnitten (Fig. 10). Wir sehen, dass der Durchmesser des Darmes bedeutend zugenommen hat; dasselbe bezieht sich auch auf die Malpighi'schen Gefäße, welche viel dicker geworden sind. Die Zellen der deckenden Lamelle zeigen auf dem abgebildeten Querschnitte eine etwas andere Form — von der Außenseite sind sie zugespitzt und ihre Enden liegen daher in einer gewissen Entfernung von einander — ob das aber vielleicht ein Kunstprodukt sei, weiß ich nicht; auf dem bogenförmigen Gebilde *m* glaube ich eine Querstreifung gesehen zu haben, in welchem Falle es eine Muskelfaser sein soll; über die Natur der Zellen zwischen der vermutlichen bogenförmigen Muskelfaser und der deckenden epithelialen Lamelle, also ob nicht einige von ihnen auch Muskelfasern seien, kann ich nichts bestimmtes sagen. Wenn wir noch weiter liegende Querschnitte untersuchen, welche schon unweit von den Enden der Malpighi'schen Gefäße liegen (Fig. 11), so bemerken wir, dass die letzteren eine Neigung bekommen, sich von dem Darmrohre abzutrennen — die Malpighi'schen Gefäße gruppieren sich in ein gerundetes Bündel, zwischen welchem einerseits und dem Darmrohre andrerseits eine bemerkbare Einschnürung zu stande kommt. Die Malpighi'schen Gefäße sind hier noch dicker geworden. Was die epitheliale deckende Lamelle betrifft, so wird sie sehr undeutlich, so dass es schwer zu entscheiden ist, was eigentlich zu derselben und was zu dem mesodermalen Bindegewebe gehört. Mit den folgenden Schnitten wird die Einschnürung zwischen dem Bündel der Malpighi'schen Gefäße und dem Darmrohre immer tiefer und tiefer, bis das Bündel sich ganz abtrennt (Fig. 12, oben). Im Bündel der Malpighi'schen Gefäße beobachteten wir auf dem abgebildeten Querschnitte nur vier Gefäße, da die Enden der übrigen noch vor diesem Schnitte liegen; das Bündel wird ringsum vom Binde-

Digitized by Google

gewebe umhüllt, welches oben ein Tracheenästchen *tr* einschließt. Verfolgen wir die Malpighi'schen Gefäße auf den Querschnitten noch weiter, so bemerken wir, dass sie bald alle blind enden.

Fig. 12.

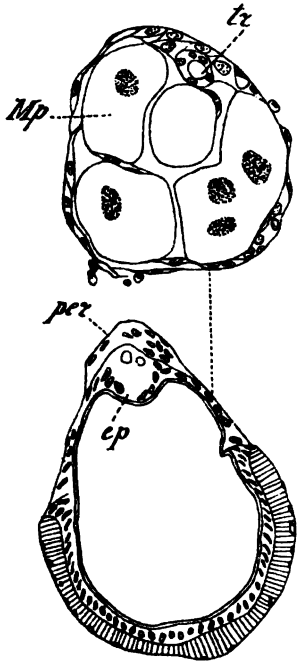


Fig. 13.

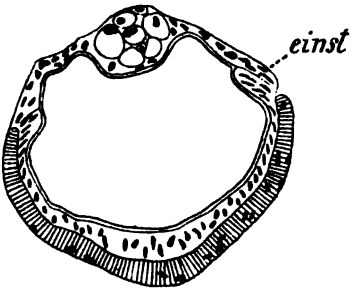


Fig. 12. Querschnitt durch das Ende des Bündels der Malpighi'schen Gefäße (*Mp*, oben) und das Rektum (unten) derselben *Anobium*-Larve, welcher Fig. 9—11 gehören.

Fig. 13. Querschnitt durch das Rektum hinter dem Bündel der Malpighi'schen Gefäße (4. Hinterdarmabschnitt) derselben Larve.

Beide Abbildungen sind nach Zeiss 3 mm C. Oc. IV etwas verkleinert.

Eine so nahe Beziehung der Malpighi'schen Gefäße zum Hinterdarme, wie ich sie bei den *Anobium*-Larven beobachtete, und welche, wie wir es im Folgenden sehen werden, auch bei den Imagines besteht, ist für die Insektenanatomie nicht neu. Solche Fälle hatten schon die älteren Autoren (Dufour, Ramdohr) vor sich, da sie aber nur auf die grobe Anatomie angewiesen waren, so glaubten sie, dass die Malpighi'schen Gefäße an ihrer zweiten Verbindungsstelle mit dem Hinterdarme ebenfalls in denselben einmünden. Möbusz[1]) führt eine ihm von Leuckart mündlich mitgeteilte Beobachtung an, welche letzterer vor vielen Jahren an *Meloë* gemacht hat. Nach dieser Mitteilung „legen sich" bei *Meloë* „die Malpighi'schen Gefäße zunächst aneinander, dringen dann gemeinschaftlich in die oberste Schicht des Rektums ein und bilden so unterhalb der Muskularis eine fast kontinuierliche Umhüllung. Dabei erleiden die Zellen der Röhren große Veränderungen. Eine Einmündung in das Innere des Rektums fehlt." In der Neuzeit beobachtete Möbusz ein ähnliches Verhalten bei der *Anthrenus*-Larve und untersuchte es sehr genau. Hier sind aber die

1) l. c.

Digitized by Google

Beziehungen noch komplizierter und merkwürdiger, denn zu dem Bündel der Endabschnitte der Malpighi'schen Gefäße, welches bei *Anthrenus* zwischen Hinterdarmepithel und Muskularis verläuft und welches Möbusz infolge des gewordenen Verlaufes der Malpighi'schen Gefäße „Knäuelschlauch" nennt, geht vom Anfangsteile des Hinterdarmes ein besonderer kurzer Ast („Blindsack" nach Möbusz) ab, welcher, ohne an seinem Ende eine Zellwand zu bilden, an das Ende des „Knäuelschlauches" („Knäuelsack" nach Möbusz) anwächst. Von dem „Knäuelsacke" wird er nur durch eine dünne Chitinmembran („Fenster" nach Möbusz) getrennt, welche die Fortsetzung des allgemeinen inneren Chitinüberzuges darstellt.

Die gegenseitige Lagerung von „Blindsack", „Knäuelsack" und und Rektum bei der *Anthrenus*-Larve[1]) giebt Möbusz Veranlassung eine besondere Stellung bezüglich der Frage nach der Funktion der Malpighi'schen Gefäße bei *Anthrenus* und den Insekten im Allgemeinen anzunehmen.

Er sagt: „Die Kerne der im Knäuelsacke liegenden Malpighi'schen Gefäße waren ungewöhnlich groß, ein Zeichen dafür, dass sie sich stark am Stoffwechsel beteiligen. Die Gefäße sind vielfach zusammengeknäuelt, um eine möglichst große Oberfläche zu erziehen u. s. w. Hält man alle diese Tatsachen zusammen, so kommt man zu folgendem Schlusse: Durch das Blindsackfenster (vielleicht auch durch die Wand des Rektums) hindurch diffundieren irgend welche flüssige Stoffe aus dem Darmkanale in die Malpighischen Gefäße und werden von diesen weiter transportiert."

Bezüglich der Natur dieser Stoffe kommt er zum Schlusse, dass es keineswegs Exkrete sein können. „Wie unpraktisch wäre es", sagt er, „im Blindsacke dem Speisebrei die verbrauchten und darum nutzlosen oder gar dem Körper schädlichen Stoffe zu entziehen, sie durch die vielen Windungen des Knäuelschlauches und durch den ganzen Körper hindurchzutransportieren um sie schließlich oberhalb derselben Stelle (am Pylorus) wieder in den Darmkanal zu entleeren, wo nach kurzem Aufenthalte abermals die große Rundreise begönne".

Die Vermutung, dass es Sekrete wären, scheint Möbusz auch unhaltbar zu sein, denn welchen Zweck hätte es dem Speisebrei im Hinterdarme die Sekrete zu entziehen, um sie nach einer langen Wanderung durch den Körper kurz vor der Entziehungsstätte wieder in den Hinterdarm zu ergießen?

„Es bleibt", sagt Möbusz, „nur eins übrig: wir müssen den Malpighischen Gefäßen eine resorbirende Thätigkeit zuschreiben." .... „Meine Vermutung ist also folgende: Die gelösten Nahrungs-

1) Möbusz, l. c. — Siehe besonders seine Fig. 22 (Taf. XII).

Digitized by Google

stoffe, soweit sie noch nicht im Mesenteron resorbiert worden sind diffundiren durch das Blindsackfenster[1]) in den Knäuelsack, wo sie von den Malpighischen Gefäßen aufgenommen und nun in den Körper getragen werden. Hier werden sie abgesetzt und gegen die verbrauchten Stoffe eingetauscht." Möbusz betont allerdings, dass er nicht die ganze Anschauung, nach welcher die Malpighi'schen Gefäße als Exkretionsorgane betrachtet werden, über Bord werfen will, „denn das Vorhandensein von Harnstoffen in den „Harngefäßen" lässt sich nicht bezweifeln". Er will nur die Ansicht begründen, dass die Malpighi'schen Gefäße nicht ausschließlich Exkretionsgefäße sind.

Die Nahrung der *Anthrenus*-Larven besitzt einen äusserst geringen Nährwert und dieser Umstand soll nach der Meinung von Möbusz als Ursache angesehen werden, dass sich bei diesem Insekt besondere Einrichtungen entwickelt haben um die Nährstoffe der Nahrung möglichst vollkommen zu entnehmen.

Wenn wir die oben dargestellten Anschauungen von Möbusz kritisch betrachten, so müssen wir, meiner Meinung nach, gestehen, dass wir uns die merkwürdigen Einrichtungen von *Anthrenus* und anderer in dieser Hinsicht ähnlich organisierter Insekten nur im Sinne des genannten Autors erklären können, indem wir den Malpighi'schen Gefäßen eine zweifache Funktion zuschreiben — eine exkretorische und resorbierende. Leider haben wir aber, wie Möbusz selbst bemerkt, noch keine experimentellen Beweise dazu. Was die Insekten betrifft, bei welchen die Malpighi'schen Gefäße frei in der Leibeshöhle enden, so sehe ich den Grund nicht ein, warum man solchen Gefäßen ausser der exkretorischen noch eine andere Funktion zuschreiben sollte.

(Schluss folgt.)

Blattumkehr im Ei der Affen?

Von **A. A. W. Hubrecht.**

Mein lieber Freund und Lehrer Selenka giebt unter obigem Titel (jedoch ohne das Fragezeichen) in Nr. 15 und 22 des 18. Bandes dieser Zeitschrift zwei kurze Mitteilungen, welche, eben weil es ganz junge, bis jetzt noch unbekannte Entwicklungsstadien der Affenkeimblase betrifft, besonderes Interesse beanspruchen. Ich möchte aber gleich jetzt seiner Ansicht entgegentreten, dass wir es in der Affenkeimblase und (wie es früher Graf Spee behauptet hat) auch in der menschlichen Keimblase mit Blattumkehr zu thun haben, einer Er-

1) Ich möchte hinzufügen — „auch direkt durch die Wand des Rektums in den Knäuelschlauch und die Malpighi'schen Gefäße hinein", denn welche Bedeutung kann der Verlauf der Malpighi'schen Gefäße unmittelbar am Epithel des Rektums sonst haben?

Digitized by Google

scheinung, wie sie uns von *Cavia*, von der Feldmaus und in gewissem Sinne auch von *Pteropus* bekannt ist.

Selenka definiert auf S. 552 diese Blattumkehr folgendermaßen: „der Embryonalbezirk ... ist gezwungen sich . . . im Innern der Keimblase einzustülpen, wobei das Entoderm zur kappenartigen Hülle ausgeweitet wird; die Keimblätter sind daher an dieser Stelle umgelagert, umgekehrt, invertiert". Und weiter (S. 553): „das Ektodermbläschen ist schwebend in situ gehalten, im blinden Ende eines fingerhutförmigen Entodermsackes (Fig. 3)".

Nun lesen wir in seiner zweiten Mitteilung, dass die dort gegebene Ergänzung „das Problem der Blattinversion nicht berührt". Mir scheint es, dass eine Vergleichung von Selenka's Fig. 4a (l. c. S. 809) mit seiner Fig. 4 (l. c. S. 522) uns von dem Entgegengesetzten überzeugen wird. Während letztere Figur sich ganz glatt mit der daneben stehenden Figur 2 und 3 (Feldmaus und Meerschweinchen) vergleichen lässt, ist das mit Figur 4a absolut nicht mehr der Fall, eben weil das Entoderm als kleine geschlossene Blase unter dem ektodermalen Keimschild aufgehängt ist und eben deshalb von einer Umlagerung, von einer Inversion der primären Keimblätter bei Affen ebensowenig wie bei dem von mir beschriebenen *Tarsius* die Rede ist. Allerdings ist bei den Affen das Amnion frühzeitig fertig und sind Keimschild und Nabelblase an die äußere Keimblasenwand mittels einer Doppelschicht von Ektoderm und somatischem Mesoderm aufgehängt; aber wer hier von Blattumkehr reden wollte, müsste jedes Sauropsiden- und Säugetierstadium, in dem Moment, wo eben der Amnionnabel abgeschnürt wird, als Blattumkehr auffassen. Die Umkehr (resp. die Inversion) muss eben zwischen Ektoderm und Entoderm, nicht etwa zwischen Ektoderm und Mesoderm zu konstatieren sein. Jetzt, da die emendierte Fig. 4a das Entodermlager der Fig. 4 zu einem Mesodermlager gemacht hat, ist auch von Blattumkehr nicht mehr die Rede.

Ich habe um so mehr Grund zu dieser Auseinandersetzung, weil ich auf S. 159 sowie auch auf S. 170 u. 171 des ersten Bandes der Festschrift für Gegenbaur. in meinem Aufsatze über die Keimblase von *Tarsius*, bereits einmal die Selenka'schen, Spee'schen und Keibel'schen Ansichten über die früheste Vorgeschichte der menschlichen Keimblase entgegengetreten bin, auf Grund von Befunden, welche ich an *Tarsius* und an *Erinaceus* gemacht und zum Teil bereits in 1889 (Quart. Journ. of Micr. Sc., Bd. 30, S. 375) veröffentlicht habe. Dennoch haben die genannten Forscher darauf bis jetzt keine Rücksicht genommen.

Diese Frage hängt auch mit derjenigen nach der bei Säugetieren so eigentümlich variierenden Bildung des Amnions aufs Engste zusammen, welche letztere ich in den Verhandl. der Koninkl. Akademie v. Wetensch. te Amsterdam (Sect. II, Bd. IV, Nr. 5, 1895) zu besprechen

Digitized by Google

Gelegenheit hatte. Es ist gerade die Bildung des menschlichen Haftstieles und Amnions, mit welchen sich Keibel und Spee befasst haben. Ihrer beider Auffassung habe ich auf S. 159 der oben erwähnten Festschrift zu widerlegen gesucht und zu gleicher Zeit gegen Selenka und Hertwig Stellung genommen. Es wird nun durch die von Selenka veröffentlichten Abbildungen seiner jungen Affenkeimblasen, sowie durch das von Spee (Neue Beobachtungen u. s. w. in: Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1896 I u. II, Taf. I, Fig. 3) abgebildete Schema einer jungen menschlichen Keimblase fast zur Gewissheit, dass die von mir veröffentlichten theoretischen Anschauungen über Bildung von Amnion und Haftstiel beim Menschen und Affen das Richtige treffen. Weder bei Menschen und bei Affen, noch bei *Tarsius*, ebensowenig wie bei *Erinaceus* (wo eine äußerst lehrreiche Amnionbildung vorliegt) kommt aber Blattumkehr zu Stande.

Nachschrift.

Seitdem das obenstehende niedergeschrieben wurde, war Selenka so freundlich, mir brieflich seine Auffassung des Begriffes der Blatt-

Fig. 1.

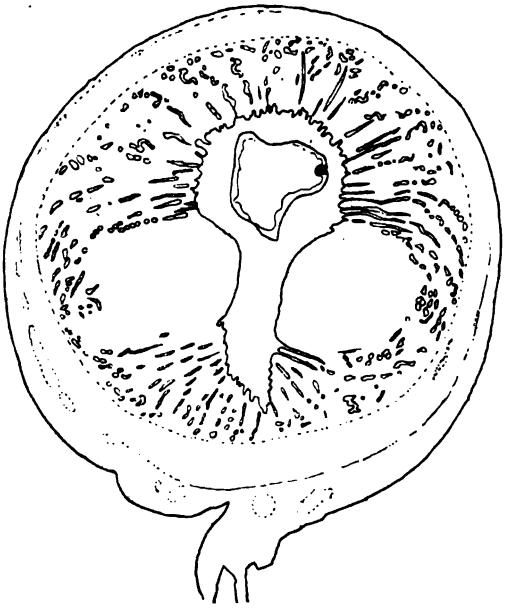


Fig. 1. Querschnitt durch Uterus und noch freiliegende Keimblase von *Tupaja javanica*.
Links und rechts die zwei vorbereiteten Stellen, wo die Keimblase haften und die Doppelplacenta sich entwickeln wird. Das hier nach rechts (später nach oben) schauende Keimektoderm befindet sich samt dem Entoderm in vollster Blattumkehr. Vergl. Fig. 62—69, Taf. II, Amnion und Trophoblast. Verhandel. Kon. Akad. v. Wettensch. (2. S.) De IV, 1895.

inversion näher zu präcisieren. Es ist mir dadurch deutlicher geworden, warum unsere Ansichten so sehr auseinander gehen. Selenka sucht eine mechanische Erklärung der Blattumkehrerscheinungen im Raummangel (irgendwelcher Art, infolge Festwachsens), wodurch das Keimektoderm (plus ektodermalem Amnion) gezwungen wird, sich ins

Digitized by Google

Innere einzustülpen oder einzuwandern. Diesem mechanischen Erklärungsversuch kann ich nicht beistimmen 1. weil ein ganz zusammengefaltetes, erst nachträglich sich langsam wieder flach zurückstülpendes Keimektoderm (samt der ihn umkleidenden Entodermschicht) angetroffen wird bei *Tupaja*, wo keinerlei Verwachsung im Fruchthofgebiete, weder früher noch später, stattfindet und wo die Keimblase während dieser „Umkehrungserscheinungen" sogar noch ebenso frei in dem Uteruslumen liegt, wie die keine „Umkehr"erscheinungen zeigende, gleich weit vorgeschrittene Kaninchenkeimblase, 2. weil die allseitig eingeschlossene und auch in der Region des Fruchthofes fest verwachsene Igelkeimblase keine nennenswerte „Umkehr"erscheinungen zeigt und

Fig. 2.

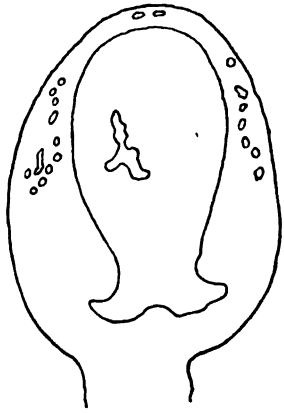


Fig. 2. Querschnitt durch Uterus und nach freiliegender Keimblase von *Sorex* mit ganz bedeutender Erweiterung des Uteruslumens. Vorangehend der zunächst umbilicalen Anheftung der Keimblase.
Vergl. Fig. 1—15, Taf. 31 u. 32. Quarterl. Journal of Micr. Science, Bd. 35, 1894.

die schwach eingebogene Gestalt der allerjüngsten Keimscheibe dieser Tiere eben in der primitiveren Art der Entstehung der Amnionhöhle eine viel einfachere Erklärung findet, die auch für die Affen, *Pteropus* und gewisse Nager Geltung haben kann, 3. weil bei der Spitzmaus Raummangel schon dadurch nicht eintritt, dass die Uteruskammer sich hier mächtig aufbläht, ehe die Keimblase zum Verwachsen kommt und uns dies eine Warnung sein muss mit unseren Rückschlüssen auf die Bedeutung von Druck und Verwachsungserscheinungen recht vorsichtig zu sein. Die gegenseitige Adaptation der Keimblase und des ihn umschließenden mütterlichen Gewebes wird, meiner Ansicht nach, durch viel subtilere Ursachen beherrscht, als es die rein mechanischen sind.

Macht man sich los von der althergebrachten Vorstellung, dass die Amnionbildung durch Falten, welche bei den Eiern der oviparen Amnioten die typische ist, auch für die Säugetiere als die primitivste gelten muss, so lassen sich die Fälle markierter Blattinversion bei Nagetieren, Fledermäusen und Primaten als palingenetische anstatt cenogenetische Prozesse betrachten, wobei die erste Entstehung des Amnions, als gleich von Anfang an geschlossene Blase, noch erhalten ist. Ich stelle mir vor, dass die Amnionbildung entstanden ist bei viviparen

Digitized by Google

Stammformen als Schutz gegen Druck auf die Region des Keimschildes von seiten kontraktiler, mütterlicher Geschlechtswege. Dass die primitivere Entstehungsart sich noch am ehesten da forterhalten hat, wo kein weites oder sich früh erweiterndes Uteruslumen vorliegt, erscheint dann begreiflich, ebenso, dass z. B. in den weiten Geschlechtswegen der Ungulaten die sekundäre Amnionfaltenbildung an die Stelle der primitiveren Entstehungsweise getreten ist.

Bemerkung zu voranstehendem Aufsatze Hubrecht's.

Von **Emil Selenka.**

Obenstehende Auffassungen Hubrecht's hier zu diskutieren, wäre nicht am Platze. Da aber mein Schweigen zugleich Zustimmung bedeuten würde, so möchte ich einige Worte beifügen, die Darlegung der Bedeutung der „Blattumkehr" für die zweite Lieferung meiner Abhandlung über „Menschenaffen" versparend.

1. Wenn man nach meinem Vorschlage unter dem eingebürgerten Worte „Blattumkehrung" oder „Inversion" das Hineintreten des Keimektoderms ins Innere der Keimblase während der Gastrulation und die hiedurch bedingte lokale und transitorische gegenseitige Verlagerung von Ekto- und Entoderm der Keimlingsanlage bei placentaren deciduaten Säugetieren versteht, so scheint mir gegen den Ausdruck nichts einzuwenden. Würde der Vorgang heute entdeckt und richtig beobachtet, so würde man vermutlich nur von einer „Einstülpung oder Einschiebung des Keimscheibenektoderms ins Eiinnere während der Gastrulation" sprechen. Denn dass zeitweilig das Ektoderm der Keimanlage innen, das Entoderm außen zu liegen kommt, ist doch nur eine charakteristische Begleiterscheinung. Das Wichtige und Kennzeichnende aller Fälle von „Blattinversion" ist jedenfalls, dass die Keimregion, anstatt sich normal auf der Oberfläche der Keimblase schildartig auszubreiten, in ihrer freien Entfaltung gehemmt wird, indem sie bereits während der Gastrulation ins Keimblaseninnere vorgeschoben wird und zeitweilig die ganz ungewöhnliche und sonderbare konkave Rückenkrümmung der Embryonalanlage aufweist.

2. Die Ursachen, welche die ektodermale Keimlingsinversion herbeiführen, mögen verschiedene sein. Für manche Nager z. B. scheint die Erklärung stichhaltig, dass die ganze Keimblasenwand schon im Beginn der Anlage des Entoderms mit dem Uterusgewebe so enge verwächst, dass die Keimblase sich unmöglich in normaler Weise ausdehnen kann; sie liegt fest umschlossen im Gewebe der Mutter, so dass die sich mehrenden Keimlingszellen ins Innere der Keimblase hineinzuwuchern gezwungen werden. — In anderen Fällen, z. B. bei

Digitized by Google

Pteropus, verwächst die junge Keimblase nur im Keimgebiete mit dem Uterus, das Keimlingsektoderm wird aber dadurch ebenfalls zum Hineinwuchern ins Innere genötigt. — Derselbe Modus ist für die Affen giltig, denn auch hier fand ich im Innern der Keimblase die junge Keimanlage in der Form eines winzigen Scheibchens, dessen Ektoderm mit der Rückenfläche gegen die Verwachsungsfläche des Chorion gerichtet ist; auch hier müssen sicherlich die Keimlingszellen des Ektoderms sich schon sehr frühzeitig ins Innere begeben haben, auch hier muss zweifellos das Ektoderm zeitweilig vom Entoderm überlagert gewesen sein — in welcher Form, ist freilich noch unbekannt. Wieder anders geschieht die Einstülpung des Keimscheibenektoderms z. B. bei *Talpa* und *Erinaceus*, weil hier die Keimblase sich sehr bald nach ihrer Verwachsung ausdehnen kann, sodass der eingestülpte Embryonalkeim sich wieder zur Scheibenform zu strecken vermag, bevor der Embryo sich ausbildet.

3. Bildung des Amnion, des Dottersacks, der Allantois geschieht in sehr verschiedener Weise, und je nachdem die Verwachsung der Keimblase mit der Gebärmutter früher oder später oder auf die eine oder andere Weise sich vollzieht, ist die Störung folgereicher oder unbedeutender. Am ausgiebigsten sind die Störungen beim Meerschweinchen, dessen Ei am frühesten festwächst, um sofort vom Uteringewebe umkapselt zu werden. Gering sind die Störungen bei der Maus, wo z. B. das Amnion sich noch regelrecht ausbildet u. s. w.

Diese Verhältnisse scheinen mir klar zu Tage zu liegen, und die Zurückführung der kurzweg als „Keimscheibeninversion" zu bezeichnenden Störungen der frühen Embryonalanlage auf mechanische Ursachen dünkt mich durchaus annehmbar. Wenn inmitten einer Reihe stammverwandter Geschöpfe, wie die Säugetiere, auffallende Abweichungen der frühen Keimanlage zumal bei höheren Formen hie und da und offenbar unabhängig von einander, in vielfachen spezifischen Modifikationen unvermittelt auftreten, so sind dieselben offenbar als caenogenetischer Erwerb anzusprechen! Und funktionelle Ursachen kommen hier wohl in erster Linie in Betracht: handelt es sich doch überhaupt bei den Plazentalien — und nur bei diesen ist Keimscheibeninversion beobachtet — um mannigfache Anpassungen der Mutter an die Frucht und der Frucht an die Mutter, die um so eingreifender sind, je früher der junge Keim mit dem Muttergewebe verwächst. Sieger bleibt zwar der zu ernährende Embryo, jedoch nur unter Einbuße ererbter und unter Erwerb neuer Modifikationen der Organanlagen. [24]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. März 1899.** **Nr. 6.**

Inhalt: **Bokorny**, Selbstschutz der Pflanzen gegen Pilze. — **Jost**, Ueber Blüten-Anomalien bei *Linaria spuria* (Schluss). — **Karawaiew**, Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum* (Schluss). — **Ehrmann**, Das melanotische Pigment und die pigmentbildenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel.

Selbstschutz der Pflanzen gegen Pilze.

Pilzfeste Pflanzenteile.

Von **Th. Bokorny.**

Wenn man künstliche Nährmischungen herstellt, welche die den Pilzen nötigen Stoffe alle in ausreichender Menge enthalten (z. B. aus Pepton, Kaliumphosphat, Magnesiumsulphat etc.), und dieselben der Luft aussetzt, so siedeln sich bald Pilze an, welche sich stetig vermehren und dabei die Nährstoffe verbrauchen. An warmen Sommertagen bemerkt man an flüssigen Nährsubstraten schon nach 24 Stunden eine Bakterientrübung, bei weiterem Stehen bilden sich Spaltpilzhäute und Flocken, welche immer mächtiger werden, so dass allmählich eine beträchtliche Pilzmasse resultiert. Feste Nährsubstrate (die natürlich immer eine gewisse Menge von Wasser enthalten müssen), wie Koch'sche Nährgelatine, überziehen sich mit Spaltpilzanflügen binnen kurzer Zeit.

Aehnlich verhalten sich nun auch wasserdurchtränkte Pflanzenteile, wie gequollene Erbsen, Bohnen, Linsen, angefeuchtetes Süßholz u. dergl., oder Extrakte, die man aus Pflanzen herstellt, Abkochungen von Süßholz, Erbsen etc. Nur beobachtet man bei vielen Nährsubstraten dieser Herkunft eine wesentlich langsamere Verpilzung, manche besiedeln sich im wärmsten Sommer erst nach 4—5 Tagen mit Pilzen, einige wenige scheinen ganz frei zu bleiben, wenn man nicht durch starken Wasserzusatz eine hohe Verdünnung der Stoffe herbeiführt.

Digitized by Google

Süßholz verpilzt fast ebenso schnell wie oben genannte künstliche Nährmischungen. Bei einigen von mir aufgestellten Versuchen trat an dem Dekokt von Süßholz schon nach 24 Stunden Gärung und massenhafte Pilzentwicklung ein. Nach 3 Tagen hatten sich mächtige Spaltpilzhäute gebildet.

Eine Abkochung der Röhrenkassie (*Cassia fistula*) hingegen zeigte unter sonst gleichen Umständen nach 3 Tagen noch keine Pilzbildung; erst am vierten Tage traten Pilzvegetationen auf, und zwar von Spaltpilzen.

Johannisbrod-Abkochung braucht ebenfalls mehrere Tage (sogar im wärmsten Sommer), bis Verpilzung eintritt, obwohl gegen 30 Prozent Traubenzucker in jener Frucht enthalten sind, also große Mengen eines ausgezeichneten Pilznährstoffes. Daneben sind geringe Mengen freier Buttersäure nachweisbar.

Die Galgantwurzel aus China (*Rhizoma Galangae*) enthält 8 Prozent Gummi, 40 Prozent Bassorin, also reichlich Nährstoff für Pilze; trotzdem treten Pilzvegetationen an der angefeuchteten Wurzel oder an Dekokten derselben erst nach Tagen selbst im warmen Sommer auf. Sie enthält außer den Nährstoffen noch 0.5 Prozent ätherisches Oel, 5 Prozent scharfes weiches Harz.

Gewürz-Nelken und deren Abkochungen verpilzen selbst bei monatelangem Stehen an der Luft nicht.

Petersiliendekokte verpilzen rascher und gründlicher als solche von Sellerie.

Fragen wir nach den Gründen dieser Verschiedenheit, so könnte zunächst die verschiedengroße Nährhaftigkeit der einzelnen Pflanzenteile einflussreich erscheinen; faktisch besteht ja auch ein großer Unterschied hierin. Die Teile ein und derselben Pflanze und die diversen Pflanzenarten sind verschieden reich an Nährstoffen, wie Eiweiß, Zucker, Asparagin, Phosphat u. dergl., verschiedenartige Pflanzen weisen ebenfalls große Unterschiede hierin auf.

Immerhin aber enthalten fast alle Pflanzenteile soviel von den nötigen Pilznährstoffen, dass sie selbst oder deren nicht zu verdünnte Extrakte eine rasche Entwicklung der Pilze ermöglichen.

Die Ursache liegt also wo anders. Dass manchmal verdünnte Extrakte eine Pilzvegetation aufkommen lassen und konzentrierte nicht, führt uns auf die Spur. In den Pflanzen sind pilzfeindliche Stoffe enthalten, die bei einer gewissen Konzentration das Pilzwachstum völlig verhindern, in geringerer Menge es wenigstens verlangsamen; durch Verdünnung der Extrakte wird die prozentische Menge so verringert, dass Pilze aufkommen können, während die stärkeren Extrakte nicht oder sehr langsam verpilzen.

Solche Pilzgifte in Pflanzen sind: Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Bitterstoffe, ätherische Oele u. s. w.

Digitized by Google

Gerbstoffe sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet; sie kommen fast immer vor, bei niederen wie höheren Pflanzen, Algen wie Farnen und Blütenpflanzen.

Schon an den jüngsten eben entstehenden Pflanzenteilen, unmittelbar hinter dem Urmeristem der Zweigspitzen z. B. sind sie vorhanden und in den ausgewachsenen Stengelteilen erst recht. Rinde, Mark und Holz führen eine ziemlich große Anzahl von Zellen, welche gerbstoffhaltig sind, und mit Eisensalzen, chromsaurem Kali etc. die bekannten mikrochemischen Reaktionen geben. Andere Zellen derselben Stengelteile sind wiederum frei von Gerbstoff, es findet also in den Geweben eine Differenzierung statt, welche zu verschiedener chemischer Beschaffenheit der Zellen führt.

Einen außerordentlich großen Gerbstoffgehalt weisen die (bekanntlich pathologischen, durch Gallwespen veranlassten) Galläpfel auf. Die offizinellen Galläpfel, von einer immergrünen, kleinasiatischen Eichenart, enthalten 60—70% Tannin!

Die Gerbstoffe sind im Vakuolensaft aufgelöst, nicht Bestandteil des Protoplasmas; sie werden dort im Verlaufe des Stoffwechsels ausgesondert und bleiben meist unverwendet liegen, bis der betreffende Pflanzenteil abstirbt. Nur selten finden sie wieder Verwendung im Stoffwechselgetriebe; so kann man bei Zygnemaceen (Algen) beobachten, wie der Gerbstoffgehalt je nach den äußeren Lebensbedingungen schwankt und unter Umständen ganz schwindet. Auch künstlich kann man durch besondere Ernährung den Gerbstoff verschwinden machen.

Häufig erfüllen die Gerbstoffe einen biologischen Zweck; sie sind Schutzstoffe gegen Tierfraß (wegen des herben Geschmacks) und bis zu einem gewissen Grade auch gegen Pilze. In hoher Verdünnung allerdings schaden sie den Pilzen nicht mehr, werden vielmehr sogar von diesen als Kohlenstoffnahrung verwendet; in stärkerer Konzentration wirken sie pilzfeindlich, sie hemmen die Entwicklung der Pilze oder unterdrücken sie ganz.

In den lebenden Pflanzen selbst dürfte eine bis zu letzterem Grade steigende Konzentration des Gerbstoffes seltener vorkommen; der ausgepresste und eingekochte[1]) Pflanzensaft aber kann durch hohen Gerbstoffgehalt steril bleiben.

Vergegenwärtigen wir uns, in welcher Menge Gerbstoff, etwa Tannin anwesend sein muss, um das Pilzwachstum zu verhindern.

Nach meinen früheren Versuchen (Bokorny, „Ernährbarkeit der Pilze durch verschiedene Kohlenstoffverbindungen", Pflüg. Archiv, Bd. 66) genügt 0.5% Tannin noch nicht, um das Pilzwachstum zu unterdrücken; ja dasselbe wird sogar als Nährstoff von den Pilzen verbraucht.

1) Es ist zu bemerken, dass beim Auspressen immer Gerbstoff verloren geht, indem ein Teil beim Passieren der abgestorbenen Zellplasmen absorbiert wird.

Ich erhielt binnen 10 Tagen im Brutofen starke Schimmelpilzvegetation, als ich eine Nährlösung für Pilze mit Tannin als einziger Kohlenstoffquelle aufstellte. Die Lösung war nach 10 Tagen sehr dunkel gefärbt (ein Zeichen der Oxydation) und mit Schimmelpilzen angefüllt. Die Reaktion der Flüssigkeit war neutral; trotzdem waren Schimmelpilze und keine Spaltpilze gewachsen.

O. Loew fand, dass 1prozentige Lösung von Tannin tötlich auf Algen wirkt, nicht aber auf Schimmelpilze; „letztere können es sogar als Nährstoff verbrauchen".

Meine neueren Versuche hierüber ergaben, dass 1proz. Gerbstoff noch nicht ganz genügt, um die Fäulnis einer peptonhaltigen neutralen Pilznährlösung zu verhindern. Nach mehreren Tagen trat schwacher Fäulnisgeruch auf, während dieselbe Nährlösung ohne Gerbstoff binnen 24 Stunden in stinkende Fäulnis überging. Mit 2proz. Gerbstoff aber trat die Fäulnis binnen 8 Tagen im heißen Sommer nicht ein.

Zweifellos werden also die Fäulnispilze durch Gerbstoffe ungünstig beeinflusst, die Fäulnis wird gehemmt.

In manchen Pflanzenteilen ist der Gerbstoffgehalt so groß, dass sie dadurch von selbst konserviert werden.

Die im Frühjahr gesammelte Eichenrinde enthält 4—20proz. Eichengerbsäure; sie dient wegen ihres Gerbstoffgehaltes bekanntlich zu Gerberlohe, ferner als billiges Surrogat des Tannins zu adstringierenden Abkochungen.

Thee (Blätter des Theestrauches) enthält 12—15proz. Tannin! Solch gerbstoffreiche Objekte sind sicher den Bakterien nicht zugänglich.

Dass Säuren und saure Salze das Pilzwachstum beeinflussen, ist schon lange bekannt; jede freie Säure ist als pilzfeindlicher Stoff zu betrachten, wiewohl die organischen Säuren, wie Weinsäure und Aepfelsäure, unter Umständen als Nährstoffe für Pilze dienen. Letzteres ist aber nur dann möglich, wenn die Verdünnung eine ziemlich große und somit die saure Reaktion eine schwache ist, oder wenn die Säuren als neutrale Salze vorhanden also durch Basen abgestumpft sind.

Starke Mineralsäuren, wie die Schwefelsäure und die Salzsäure, verhindern schon bei einer Verdünnung von 0.1 bis 0.3 Prozent jegliches Pilzwachstum; schwächere Säuren, wie die meisten organischen Säuren werden von Pilzen bis zu 0.5 oder gar 1 Prozent ertragen, von Schimmelpilzen noch mehr.

Vor allen sind die Schimmelpilze widerstandsfähig gegen eine saure Reaktion des Nährsubstrates, die Bakterien viel weniger. In sauren Nährsubstraten stellen sich deswegen mit Vorliebe Schimmelpilze ein, Bakterien in neutral reagierenden Nährmischungen (auch schwach alkalische Reaktion wird von letzteren ertragen).

Digitized by Google

Schädlich aber sind freie Säuren für alle Pilze; für alle Pilze gibt es eine Säuremenge, welche nicht ertragen wird.

Insbesondere könnte auf den ersten Blick die in Pflanzen so häufig auftretende Oxalsäure und ihre Salze als pilzfeindlicher Stoff und als Ursache der Pilzfestigkeit mancher Pflanzenteile erscheinen.

Denn dass die Oxalsäure ein starkes Gift für Pflanzen ist, wurde oft beobachtet. O. Loew hat den Verlauf der Giftwirkung bei Pflanzen verfolgt und gefunden, dass Oxalsäure wie auch oxalsaure Salze schon bei großer Verdünnung den Zellkern der Pflanzenzellen angreifen. Die Zellkerne von Spirogyren werden schon von 0.0001 proz. Lösung freier Oxalsäure in destilliertem Wasser geschädigt. Lösliche Oxalate, wie oxalsaures Kali, wirken noch bei ziemlich großer Verdünnung schädlich auf grünen Pflanzen ein.

Für niedere Pilze aber sind oxalsaure Salze nicht giftig; freie Oxalsäure schadet Spross- und Spaltpilzen nicht mehr wie freie Weinsäure, sie ist nicht schädlicher wie andere starke Säuren bei gleicher Konzentration.

Der Oxalsäuregehalt kommt also hier, bei dem Forschen nach der Ursache der verschiedenen Pilzfestigkeit von Pflanzen und Pflanzenextrakten, nicht mehr in Betracht, als der Gehalt an anderen Pflanzensäuren.

Solche sind fast stets bis einem gewissen Grade vorhanden; die ausgepressten Pflanzensäfte reagieren meist mehr oder weniger stark sauer von ihrem Gehalt an freier Säure und sauren Salzen (Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure etc. und deren Salzen), was sicher das Pilzwachstum, namentlich das der Bakterien, einigermaßen aufhält. (Weintrauben enthalten circa 0.80% freie Säure, Erdbeeren 0.90%, Himbeeren 1.42%, Johannisbeeren 2.42%, Preißelbeeren 2.34%.)

Aetherische Oele kommen in vielen Pflanzen und Pflanzenteilen vor (namentlich in gewissen Familien, wie Umbelliferen, Myrten-, Lorbeergewächsen) und sind vom Standpunkte des Stoffwechsels als Auswurfsstoffe zu betrachten, die keine weitere Verwendung finden. Als Anlockungs- bezw. Abschreckungsmittel für Tiere erfüllen sie einen wichtigen biologischen Zweck: nicht zum geringsten kommen sie aber auch als Konservierungsmittel in Betracht.

Tötet man Pflanzenteile durch Eintrocknen und befeuchtet sie dann wieder mit Wasser oder tötet man sie durch feuchte Hitze u. dgl. und lässt sie feucht an der Luft stehen, so stellen sich meist bald Pilze ein, die von den beim Abtöten der Zellen durch die Membranen derselben herausgeschwitzten Nährstoffen (Zucker, Asparagin, Phosphate etc.) leben.

Macht man dieses Experiment mit angefeuchteten Gewürznelken oder mit einer wässerigen Abkochung von solchen, so bemerkt man mit Staunen, dass diese an Nährstoffen gewiss reichen Blütenknospen oder deren wässeriges Extrakt sich Wochen ja Monate lang pilzfrei

Digitized by Google

erhalten. Erst wenn man einen sehr stark verdünnten Aufguß herstellt, bildet sich eine feine Spaltpilzhaut an der Oberfläche, ein Zeichen, dass nun der in den Gewürznelken enthaltene pilzfeindliche Stoff bis zur Unschädlichkeit verdünnt ist.

Versuche mit dem ätherischen Oele der Gewürznelken, dem Nelkenöl, ergaben folgendes:

Das Nelkenöl löst sich leicht und vollständig in Weingeist, sehr wenig aber in Wasser, welcher Umstand die Anstellung exakter physiologischer Versuche erschwert. Denn nur in wässerigen Nährsubstraten gedeihen Pilze, in wässerige Auflösung müssen also die Stoffe gebracht werden, die man auf ihr Verhalten gegen lebende Pilze prüfen will.

Gießt man die alkoholische Auflösung von etwa 1 g Nelkenöl in 1 Liter Wasser, so entsteht sogleich eine Trübung, von den ausgeschiedenen Oeltröpfchen herrührend. Nach dem Augenschein zu schließen, scheidet sich der größere Teil des Nelkenöles aus. Man hat also nicht, wie beabsichtigt, eine 2 pro mille Auflösung des Oeles erhalten, sondern eine viel schwächere.

Versetzt man Nährsubstrate mit der gleichen Menge dieser stark riechenden Lösung (also 1:1), so wird man aus dem Ausbleiben oder verspäteten Eintreten des Pilzwachstums erkennen, ob das Nelkenöl giftig wirkt.

Der Versuch ergab, dass die Fäulnis fäulnisfähiger Flüssigkeit verlangsamt wird, wenn jene Nelkenlösung beigegeben wird.

Ich stellte mir ferner fäulnisfähige Nährlösungen aus Pepton, Fleischextrakt, Suppenwürze, Kaliumphosphat, Magnesiumsulphat und Spur Calciumnitrat her; daneben eine Gewürznelkenabkochung[1]) von 25 g Nelken auf 100 g Wasser.

Erstere Lösung ging ohne Nelkenzusatz binnen 24 Stunden in stinkende Fäulnis über; bei Zusatz von 20 cc Nelkenabkochung auf 80 cc jener Nährlösung unterblieb die Fäulnis; bei Zusatz von nur 10 cc der Nelkenabkochung wurde die Fäulnis nicht verhindert, aber wesentlich verlangsamt.

Als konservierende Pflanzenteile sind ferner allbekannt Hopfenzapfen oder *Strobili Lupili*, welche in der Bierbrauerei eine so ausgedehnte und wichtige Anwendung finden. Aus ihnen wird das Hopfenmehl (Lupulin) hergestellt, das die im Hopfen enthaltenen Harzdrüsen darstellt. Letzteres enthält im wesentlichen dieselben Bestandteile wie die Hopfenzapfen, nämlich 2 Bitterstoffe, das glykosidische Hopfenbitter oder Lupulit und eine krystallisierbare Säure von der Formel $C_{25}H_{35}O_4$, die Hopfenbittersäure (Lenner), ferner Harz (3 verschiedene Harze nach Hayduk) und ein ätherisches Oel, das scharf und brennend schmeckende Hopfenöl, ein Gemenge mehrerer Kohlenwasserstoffe und sauerstoffhaltiger Körper. Von diesen Stoffen ist die Hopfenbittersäure ein centrallähmendes und durch Atemlähmung tötendes Gift, das vor Eintritt der Lähmung auf das Rückenmark erregend wirkt; doch ist die Giftigkeit für den Menschen nicht groß, da Kranke mitunter 10,0—12,0 Lupulin im Tage ertragen, ohne darnach irgend welche Symptome zu zeigen.

1) Hier scheint mehr Nelkenöl in Lösung zu gehen als bei obigem Versuch.

Digitized by Google

Wägt man von dem obengenannten Präparat „Hopfenmehl" oder „Lupulin" 25 g ab und übergießt sie mit 100 g heißem Wasser, lässt dann 24 Stunden stehen, so erhält man ein scharf riechendes Dekokt, welches bei Zusatz zu fäulnisfähigen Pilznährlösungen die Fäulnis aufhält.

So trat bei einem Versuch von mir in Nährlösungen mit 0.5 % Pepton, 0.25 % weinsaurem Ammoniak, etwas Kaliumphosphat, Magnesiumsulfat, Calciumnitrat, keine Fäulnis ein, als ich auf 50 cc der Nährlösung 50 cc jener Hopfenmehlabkochung zusetzte; sogar nur 10 cc der Abkochung vermochten die Fäulnis aufzuhalten. Nicht mit Hopfenabkochung versetzte Anteile der Pilznährlösung gingen binnen 24 Stunden (im Sommer) in stinkende Fäulnis über.

Hayduk hat die Wirkung des Hopfenharzes auf Milchsäurebakterien untersucht und gefunden, dass zwei der darin enthaltenen Harzarten die Milchsäuregärung bedeutend unterdrücken, während das dritte (feste) Harz verlangsamend, aber nicht verhindernd auf die Milchsäurebildung einwirkt.

Im übrigen ist die Widerstandsfähigkeit des abgepflückten Hopfens gegen Pilze trotz dieser konservierenden Inhaltsstoffe[1]) nicht sehr groß. Denn nicht gut getrockneter Hopfen verfällt bekanntlich bald den Pilzen und verdirbt unter Annahme unangenehmen Geschmackes und Geruches.

Zum Schluss eine kurze Uebersicht über die häufigeren Pflanzenstoffe und ihr Verhalten gegen Pilze:

Einige wichtigere Pflanzenstoffe mit Rücksicht auf ihr Verhalten gegen Pilze zusammengestellt.

Name des Pflanzenstoffes	Vorkommen	Verhalten gegen Pilze (Bakterien bezw. Schimmel)
Proteinstoffe	allgemein verbreitet im Pflanzenreich	vorzüglichste Pilznährstoffe.
Giftige Proteinstoffe (Abrin, Ricin, pflanzliche Enzyme, Phallin)	Abrin in Paternostersamen, Ricin in Ricinus, Phallin in *Amanita phalloides*, Enzyme verbreitet	nur Abrin und Ricin untersucht; für niedere Pflanzen wenig schädlich.
Kohlehydrate	allgemein verbreitet	soweit wasserlöslich, meist gute Nährstoffe für Pilze.
Tannin (Digallussäure)	in Galläpfeln, im Sumach, im Thee und andern Pflanzen	in 0.05- bis 0.5 proz. Lösg., ein Nährstoff für Schimmel (nicht Bakterien), in konzentrierterer Lösung pilzfeindlich.
Gallussäure	in Galläpfeln, im Thee, Granatwurzelrinde, Divi-Divi (Früchten von *Caesalpinia coriaria*) etc.	in 0.05 proz. Lösg. Nährstoff für Schimmel (nicht für Bakterien), in starker Lösung Pilzgift.

1) Nach Wimmer enthält das Hopfenmehl 0.12 % ätherisches Oel, 2.91 % Hopfenharz, 3.01 % Bitterstoff, 0.63 % Gerbstoff (ferner 1.26 % Gummi, 8.99 % Cellulose).

Digitized by Google

Name des Pflanzenstoffes	Vorkommen	Verhalten gegen Pilze (Bakterien bezw. Schimmel)
Oxalsäure	sehr verbreitet, als saures Kalisalz in *Oxalis* und *Rumex* etc., als Kalksalz in den meisten Pflanzen	etwas giftig; auch im verdünnten und neutralisierten Zustand kein Nährstoff.
Essigsäure	teils frei, teils in Verbindung mit Kali und Kalk, im Saft vieler Pflanzen, besonders in baumart. Gew.	neutralisiert eine Kohlenstoffnahrung für Pilze; frei schädlich.
Capronsäure	in der Cocosbutter, in *Gingko biloba*, *Arnica montana* etc.	nicht untersucht.
Weinsäure	teils frei, teils als Kalium- oder Calciumsalz in sauren und süßen Beerenfrüchten etc.	im neutralisierten Zustand guter Nährstoff, frei etwas schädlich, besonders für Bakterien.
Aepfelsäure	in mehr als 200 Pflanzen-Arten schon nachgewiesen; frei und gebunden	ebenso
Citronensäure	im Citronensaft, außerdem in vielen andern Pflanzen, teils frei, teils an Kali, Kalk, Magnesia gebunden	ebenso
Baldriansäure	in der Baldrianwurzel, den Beeren vom Schneeball, Splint vom Hollunder etc.	frei giftig, neutralisiert keine Pilznahrung (oder nur schlechte).
Bernsteinsäure	im Kraut vom Absinth, Schlafmohn etc.	neutralisiert Pilznährstoff, frei etwas schädlich.
Ameisensäure	in Nadeln, Rinde und Holz der Tanne u. and. Pfl., wahrscheinlich verbreitet	giftig; im neutralisierten Zustand nur von einer Spaltpilzart assimilierbar.
Buttersäure	zu 0.6 % im Johannisbrod, ferner in *Tamarindus indica*, *Tanacetum vulgare*, *Arnica montana*	im freien Zustande giftig für Pilze; neutralisiert u. in geeigneter Verdünnung (bei 0.1 %) aber Nährstoff.
Propionsäure	in Blüten von *Achillea millefolium* gefunden, wahrscheinlich auch sonst verbreitet	Kohlenstoffnahrung für Bakterien und Schimmel, wenn an Basen gebunden; frei schädlich.
Palmitin	in den meisten Pflanzenfetten	Pilznährstoff? (zu wenig löslich).
Stearin	in den meisten Pflanzenfetten (namentlich den Ersten)	dto.?
Olein	in den flüssigen Fetten, z. B. Olivenöl	dto.?
Chlorophyllfarbstoff	in allen grünen Pflanzen	nicht untersucht.
Asparagin	im Spargel und vielen andern Pflanzen, als Stickstoffspeicherungskörper	gute Nahrung für Pilze.

Digitized by Google

Name des Pflanzenstoffes	Vorkommen	Verhalten gegen Pilze (Bakterien bezw. Schimmel)
Pektinstoffe	namentlich in fleischigen Früchten und Wurzeln, aber auch sonst (sollen in in keiner Pflanze fehlen?)	nicht untersucht.
Dulcit (Melampyrit)	in Scrofularineen	dto.
Mannit	in der Manna (*Fraxinus Ornus*), ferner in zahlreichen and. Pfl., namentlich Olineen und Umbelliferen; ferner in Pilzen, Algen etc.	Nährstoff für Pilze.
Aetherische Oele und Harze	in zahlreichen Pflanzen	meist pilzfeindlich.
Lecithin	in sehr vielen Pflanzen	Pilznahrung.
Alkaloide	in viele Pflanzenfamilien vorkommend	für Pilze meist nicht sehr stark giftig.

Ueber Blüten-Anomalien bei *Linaria spuria*.

Von **L. Jost**

(Schluss.)

Abgesehen von diesem Wechsel in der Gliederzahl, den wir auch an anderen Pflanzen wieder finden[1]), sind die dorsiventralen Anomalien deshalb von größtem Interesse, weil wir in ihnen nicht anscheinend willkürliche, sondern ganz gesetzmäßige Abweichungen vom Typus erkennen können. Es dürfte aus diesem Grunde die Mühe lohnen, wenigstens einige häufige Formen einer etwas eingehenderen morphologischen Betrachtung zu unterwerfen; wir beschränken uns auf 4-, 5- und 6zählige Blüten, die wir jeweils von der gleichzähligen radiären Form ableiten wollen unter der Voraussetzung, dass ähnliche Gesetze bei ihnen allen die Umformung der radiären in die dorsiventrale Gestalt bewirkt haben. Da muss also zunächst die Frage erörtert werden: in welcher Art ist die normale Blüte ($^2/_3$,1) der *Linaria spuria* aus der pelorienähnlichen Urform entstanden zu denken?

1. Die ursprünglich polysymmetrische Blüte ist monosymmetrisch geworden. Die Symmetrieebene geht mitten durch die Axe und das Tragblatt (mediane Symmetrie).

2. Die Krone ist zur Lippenblüte geworden,
   a) die Blätter der Oberlippe stehen an Zahl derjenigen der Unterlippe nach (2 : 3),
   b) die Blätter der Oberlippe stehen an Gestaltungskomplikation denen der Unterlippe nach; die Unterlippe bildet einen sog. Gaumen,

1) Man vergl. die Abhandlung von Wirtgen über *Gagea* (Flora 1846).

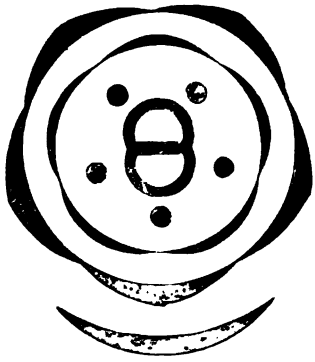
Digitized by Google

c) nur das mittlere Blatt der Unterlippe besitzt einen ausgebildeten Sporn, die zwei seitlichen haben zwar ebenfalls Spornanlagen, aber diese kommen nicht zur Ausbildung.

3. Die Ausbildung der Staubgefäße wird in der Richtung von der Axe (*A*, Fig. 2) weg gegen das Tragblatt (*T*) zu gefördert, und zwar der Art, dass die beiden vorne rechts und links stehenden Stamina die längsten, die zwei darauf folgenden kürzer sind, während das fünfte, hinten stehende, zwar nachweislich in jeder Blüte angelegt wird, aber dann verkümmert.

Die geringsten Abänderungen der normalen Blüte gegenüber, zeigen nun die anderen $^2/_3$ Blüten; sie unterscheiden sich von ihr nur durch die Anzahl der Sporne. Es ist auffallend, dass die Formen mit keinem Sporn und mit 3 Spornen, obwohl sie symmetrische Gestalten darstellen, doch ungleich viel seltener vorkommen als $^2/_3$,2 — eine asymmetrische Form. Man sollte doch glauben, dass eben so leicht, wie der eine Sporn zum normalen hinzutritt, auch der zweite sich ausbilden könnte oder alle drei verschwinden. Zu erklären ist dieses Verhältnis einstweilen nicht. — Die $^2/_3$ Blüte ist nun aber nicht die einzige Lippenblütenform, die man aus dem fünfzähligen radiären Diagramm bei der gegebenen Stellung (Fig. 2) herleiten kann. Es sind außer ihr noch Blüten denkbar, die 4 Blätter zur Oberlippe und 1 zur Unterlippe ($^4/_1$) verwenden oder die gar keine Oberlippe ausbilden und alle 5 Blätter in die Unterlippe einziehen. Die $^4/_1$ Blüte ist noch nie gefunden worden, ihre Existenz ist auch nicht sehr wahrscheinlich, da ja in ihr ein sehr starkes Ueberwiegen der Ober- über die Unterlippe stattfinden müsste; $^0/_5$ dagegen ist in einigen wenigen Exemplaren von uns gefunden worden, während sie unter den 62 Tausend Blüten Voechting's nie vorkam.

Fig. 3.



Nun lehrt aber die Erfahrung, dass die 5zählige Blüte nicht nur so orientiert sein kann, wie wir das bisher annahmen, also mit einem unpaaren Kelchblatt gegen die Axe zu, sondern sie kann dieses unpaare Kelchblatt auch dem Tragblatt zukehren (Fig. 3). Soll nun aus dem Diagramm dieser Figur eine mediansymmetrische Blüte gebildet werden, so kann dies offenbar entweder eine $^1/_4$, $^3/_2$ oder $^5/_0$ Blüte sein. Nach den oben aufgestellten Prinzipien ist das Auftreten der $^5/_0$ gradezu ausgeschlossen, und es ist begreiflich, dass $^3/_2$ sehr selten ist, während $^1/_4$ überhaupt die häufigste aller Anomalien darstellt. Sie kommt gewöhnlich in völlig symmetrischer Ausbildung mit 2 Spornen vor, daneben finden sich selten

Digitized by Google

Formen mit 0, 1, 3 und 4 Spornen. Es ist von Interesse zu sehen, wie auch hier die asymmetrische Blüte mit 3 Spornen häufiger ist, als die symmetrische mit 0 und 4 Spornen; es entspricht dies vollkommen dem bei $^2/_3$,2 beobachteten Verhalten. Auch auf die Staubgefäße der $^1/_4$ Blüte ist kurz hinzuweisen. Sie entwickeln sich alle fünf, die drei vorderen sind aber länger als das hintere Paar. Im ganzen also ist die $^1/_4$,2 Blüte ein hoch interessantes Gegenstück zur $^2/_3$,1 (Normal-) Blüte. Sie differiert in allen Einzelheiten von ihr, man sieht aber leicht ein, dass die Differenzen nur durch die andere Stellung zur Axe bei sonst ganz gleichen Bauprinzipien bedingt sind. Man kann geradezu sagen, die $^1/_4$,2 Blüte ist die Normalform bei der gegebenen Stellung der Fig. 3.

Fig. 4.

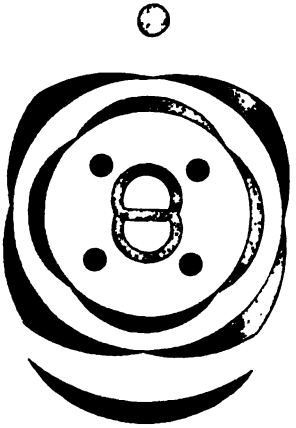
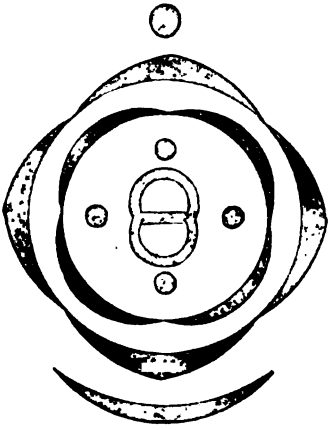


Fig. 5.



Es zeigt sich aus dem Bisherigen, dass man die 5zähligen Anomalien durch die angewandte diagrammatische Behandlung leicht verständlich machen kann. Versuchen wir also das Gleiche in Kürze auch bei 4- und 6zähligen: Es leuchtet ein, dass auch hier 2 Stellungen zum Tragblatt und zur Axe möglich sind — die Beobachtung ergiebt, dass beide auch realisiert sind. Die eine Form der 4zähligen Blüte ist in Figur 4 dargestellt; sie wird sich dorsiventral und monosymmetrisch entwickeln können entweder als $^1/_3$ oder als $^3/_1$ Blüte. Die letztere fehlt den aufgestellten Regeln entsprechend fast ganz, die erstere findet sich nicht ganz selten[1]) und hat gewöhnlich einen Sporn und 4 Staubgefäße. Bei der anderen Orientierung der 4zähligen Blüte (Fig. 5) sind theoretisch die Formen $^0/_4$, $^2/_2$, $^4/_0$ möglich; $^4/_0$ kommt gewiss nie vor, $^0/_4$ ist ganz selten gefunden: $^2/_2$ dagegen ist eine ungemein häufige Form; sie hat gewöhnlich gar keinen Sporn

1) Bei Voechting ist diese Form freilich nur mit 26 Exemplaren vertreten; in unseren Zählungen dagegen kamen 42 Exemplare zur Beobachtung, obwohl wir 12mal weniger Blüten untersucht haben, als Voechting.

Digitized by Google

und von ihren Staubgefäßen ist das vorderste lang, die seitlichen kurz, das hintere verkümmert.

Die eine Orientierung einer 6zähligen Blüte (Fig. 6) kann zur Form $^1/_5$, $^3/_3$, $^5/_1$ führen; die andere (Fig. 7) zu $^0/_6$, $^2/_4$, $^4/_2$, $^6/_0$. — Unter diesen möglichen Formen sind $^5/_1$, $^0/_6$, $^6/_0$ gar nicht beobachtet; begreiflicher Weise selten sind $^3/_3$, $^4/_2$; es bleiben als relativ häufige Formen die $^1/_5$ und $^2/_4$ Blüte vor. Erstere hat meist 3 Sporne und von den 6 Staubgefäßen sind 3 lang, 3 kurz; die andere ($^2/_4$) hat meist 2 Sporne, wie ja auch in der $^1/_4$ Blüte die Zweizahl der Sporne vorherrscht.

Fig. 6.

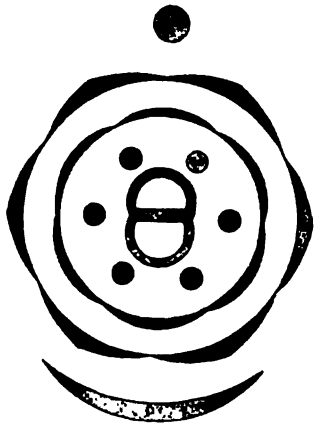
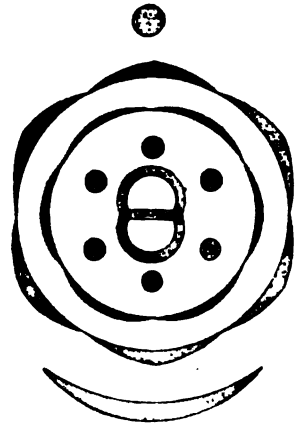


Fig. 7.



In ähnlicher Weise ließen sich auch für die 3-, 7- und 8zählige Blüte Betrachtungen anstellen, die wir aber hier übergehen wollen. — Es folgt aus dem Gesagten, dass die dorsiventrale *Linaria*-Blüte nicht so variabel ist, als man auf den ersten Blick glauben möchte. Die beobachtete Formenmannigfaltigkeit lässt sich auf einige wenige Typen zurückführen. Wir konstatierten erstens Differenzen in der Zahl der Glieder — es giebt 3- bis 8zählige Blüten — zweitens Differenzen in der Stellung zur Axe — es kann direkt vor der Axe ein Kelchblatt stehen (die Symmetricebene durchschneidet also median hinten ein Kelchblatt), oder es steht median hinten ein Kronblatt; wir wollen der Kürze wegen für den ersten Fall die Bezeichnung „Kelchblatt"-Stellung, für den zweiten „Kronblatt"-Stellung einführen. So erhalten wir der Gliederzahl nach 6 Abteilungen und in jeder derselben der Stellung nach 2 Unterabteilungen. Diese theoretisch möglichen 12 Typen sind nun in der That, mit einer einzigen Ausnahme, alle gefunden worden; es fehlt noch die 8zählige Blüte mit Kronblattstellung; auch sie wird, aller Wahrscheinlichkeit nach, noch gefunden werden. Innerhalb eines jeden Typus sind dann fast immer mehrere Ausgestaltungen möglich, in Beziehung auf die Verteilung der vorhandenen Blätter auf die zwei Lippen. Jeweils *eine* von ihnen entspricht den für die Normalblüte aufgestellten Regeln, besonders der

Digitized by Google

Regel 2a, S. 185 am besten — und diese Form ist in jedem Typus die häufigste. Man kann auch sagen, diese Form ist unter den gegebenen Bedingungen die ***normale***. Somit hätten wir also die folgende Liste der 12 Normalblüten aufzustellen.

Tab. II.

Zahl der Glieder	3		4		5		6		7		8	
Stellung der Blüte	Krone	Kelch	Krone	Kelch	Krone	Kelch	Kelch	Krone	Kelch	Krone	Kelch	Krone
Form	$^1/_2$	$^2/_1$	$^1/_3$	$^2/_2$	$^1/_4$	$^2/_3$	$^3/_4$	$^1/_5$	$^2/_5$	$^3/_4$	$^3/_6$	$^3/_5$
Zahl der gefundenen Exemplare: Voechting	2	2	45	195	846	59393	99	67	5	2	1	0
Zahl der gefundenen Exemplare: Wislicenus und Jost	0	2[1]	51	101	411	4255	29	21	2	1	0	0

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich, dass die Häufigkeit einer Form zunimmt, erstens, je näher sie der Gliederzahl nach an 5 herankommt, zweitens, je mehr sie in der Stellung der typischen $^2/_3$ Blüte ähnelt; also innerhalb jeder der 6, durch die Gliederzahl bestimmten, Hauptabteilungen sind die Blüten mit „Kronblatt"-Stellung seltener als die mit „Kelchblatt"stellung, und wenn man die einzelnen Formen logisch anordnet, wie das in der obenstehenden Tabelle II geschehen ist, so ergeben die Häufigkeitszahlen eine einzige Kurve — dass das nicht Zufall ist, geht auf das Deutlichste daraus hervor, dass diese Kurve bei Voechting einen ganz ähnlichen, nur viel steileren Verlauf nimmt, wie bei uns. Fraglich kann gegenwärtig allerdings noch erscheinen, ob die Bevorzugung der „Kelchblatt"-Stellung vor der „Kronblatt"-Stellung auch noch an den äußersten Enden der Reihe gilt; das wird sich mit Sicherheit erst durch weitere Zählungen feststellen lassen, da die jetzt vorliegenden Zahlen noch zu klein sind und zufällige sein können. Möglich ist, dass dieses Verhalten sich ändert, so dass schließlich bei 3- und 8zähligen Blüten beide Stellungen gleich häufig vorkommen. Soviel ist jedenfalls sicher, dass das Verhältnis zwischen beiden bei der Fünfzahl am meisten zu Gunsten der „Kelchblatt"-Stellung ausfällt und nach beiden Enden zu rapid sinkt[2]).

1) Wir fanden außerdem die Form $^0/_3$ in 2 Exemplaren, eine Form, welche ebenso „normal" ist, wie $^2/_1$.

2) Es darf an dieser Stelle erwähnt werden, dass bei Betrachtung sämtlicher Blütenformen (nicht nur der dorsiventralen) und bei Anordnung derselben nach der Gliederzahl, ein anderes Gesetz von Voechting gefunden wurde, nämlich, dass das Verhältnis zwischen dorsiventralen und pelorischen Blüten von 5 aus beiderseitig sich ändert, so dass die relative Zahl der Pelorien stetig zunimmt, bis schließlich bei der Zahl 2 und 9 überhaupt nur Pelorien bekannt sind.

Digitized by Google

Betrachtet man die Blütengestalten der *Linaria spuria* so, wie das eben geschah, dann giebt es eigentlich überhaupt nur sehr wenige wirkliche Anomalien, nämlich

1. solche, bei denen das Verhältnis zwischen der Zahl der Blätter von Ober- und Unterlippe verschoben ist, also:
$$^0/_4,\ ^2/_2,\ ^3/_3;\ ^0/_5,\ ^3/_4;\ ^3/_2,\ ^4/_2;\ ^1/_6.$$
2. solche, bei denen die Sporne der Zahl nach zu viel oder zu wenig sind, oder asymmetrisch auftreten. (Solche Formen sind zwar häufig, aber wenig auffallend.)
3. solche, die ganz unregelmäßig entwickelt sind, in unserer Tabelle I in der letzten Rubrik stehen und einer weiteren Besprechung nicht bedürfen.

Ist nun für den Morphologen schon der Nachweis von Gesetzmäßigkeiten, eine solche diagrammatische Zurückführung der vielen beobachteten Gestalten auf wenige Grundformen eine gewisse Freude, so sind die mitgeteilten Thatsachen doch auch von einem anderen Gesichtspunkte aus von nicht geringem Interesse. — Eine große Anzahl von dorsiventralen Blüten ist zur Ausbildung von „Lippenblüten“ fortgeschritten; untersucht man nun die Art und Weise wie die Lippenbildung sich aus der strahlig-symmetrischen Grundform herausgebildet hat, so ist man erstaunt, zu sehen, wie das bei fünfgliedrigen Typen fast überall in der gleichen Weise geschehen ist, indem 2 Blätter zur Oberlippe, 3 zur Unterlippe wurden, sodass also alle diese Blüten als $^2/_3$ Blüten zu bezeichnen wären (*Labiatae, Verbenaceae, Scrophulariaceae, Lentibularieae, Orobancheae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Globularieae* und viele *Compositae*). Als seltenes Vorkommnis kann dann die $^0/_5$ Blüte aufgeführt werden, bei der also alle 5 Blätter zur Unterlippe verwendet werden (*Cichoriaceae*) und noch viel seltener ist die $^4/_1$ Blüte (*Lonicera*). Die zweite Stellung der fünfzähligen Blüte (vergl. Diagramm Fig. 3) die „Kronblatt“-Stellung ist überhaupt sehr selten, Lippenbildung dürfte hier nur bei *Lobelia* vorkommen und zwar in der Form $^3/_2$ — und, grade als wollte die Natur zeigen, dass sie auch hier eine $^2/_3$ Blüte beabsichtigt habe, macht die Blütenknospe eine Drehung von 180°, sodass die entfaltete Blüte wiederum 2 Blätter nach oben, 3 nach unten kehrt. Eine Blütenform $^1/_4$ die bei dieser Stellung möglich wäre, scheint normaler Weise in der Natur nicht vorzukommen. Was aber für diese häufigste Anomalie unserer *Linaria* gilt, das gilt auch für die Mehrzahl der anderen Anomalien, z. B. die $^2/_2$-Form: es sind Gestalten, die zwar durchaus nach den empirisch gefundenen Regeln der Morphologie gebaut sind, deren Auftreten also den Morphologen nicht besonders erstaunt, sie sind aber alle bei normalen Blüten, so viel mir bekannt, nicht gefunden worden. Würde also eine Rasse unserer *Linaria* in der Natur entstanden sein,

Digitized by Google

die nur die $^1/_4$ Blüte oder nur die $^2/_4$ Blüte besäße, und wäre deren Abstammung unbekannt, so würde der Systematiker zweifellos auf Grund dieser Pflanzen, ganz neue Familien aufstellen. — Folgt man diesem Gedanken weiter, so kommt man naturgemäß zu der Frage, ob es wohl in der Natur oder im Experiment möglich wäre, eine solche Rasse herzustellen; eher wir aber dieser Frage näher treten, müssen wir eine Vorfrage beantwortet haben: wie kommen die Blütenanomalien der *Linaria* zu Stande, welches sind ihre Ursachen. Damit betreten wir aber ein Gebiet, auf welchem die exakten Forschungen uns meist im Stiche lassen und wo wir auf Vermutungen und Analogieschlüsse angewiesen sind.

Die Litteratur über Missbildungen im Allgemeinen, über Blütenanomalieen im Speziellen hat einen ganz außerordentlich großen Umfang angenommen; sie ist fast ausschließlich deskriptiven Charakters; nur einige wenige Arbeiten beschäftigen sich mit den Ursachen der Anomalien und beanspruchen dadurch ein um so größeres Interesse. Eine ausführliche Zusammenstellung der Ergebnisse, die bisher auf diesem Gebiet erzielt worden sind findet sich in Goebel's Organographie, Bd. I, S. 159 ff. Unter Verweisung auf diese Darstellung sei hier nur erwähnt, dass für eine Reihe von Anomalien bestimmte äußere Ursachen aufgefunden werden konnten, teils kosmische Faktoren (Licht, Wärme), teils Einflüsse von Organismen (Gallbildungen durch Pilze und Tiere; Vergrünungen, Füllungen etc. durch Aphiden und Phytopten). Auch die Pelorienbildung wurde in bestimmten Fällen als durch äußere Momente veranlasst erkannt und die diesbezüglichen Versuche müssen hier notwendiger Weise angeführt werden. Peyritsch fand an *Galeobdolon luteum* und *Lamium maculatum*, die in vor Kurzem abgeholztem Wald erwachsen waren, Pelorien, und es gelang ihm dann auch künstlich durch Steigerung der Lichtintensität wenigstens an einer Anzahl von solchen Pflanzen Pelorienbildung zu erzielen.

Bei zahlreichen Blütenanomalien hat man aber bisher keine äußeren Ursachen gefunden und für viele kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass auch späterhin solche nicht gefunden werden dürften, dass also „innere Ursachen" für die Abänderung verantwortlich gemacht werden müssen. Ein scharfer Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen existiert aber nicht; es ist zu bedenken, dass die äußeren Ursachen eben nur unter ganz bestimmten inneren Konstellationen ihre Wirkung ausüben können, dass die gleichen äußeren Ursachen nicht nur auf verschiedene Species, sondern häufig sogar auf verschiedene Individuen einen ganz verschiedenen Einfluss haben. Solche Erfahrungen hat schon Peyritsch bei seinen eben erwähnten Pelorien-Versuchen gemacht: obwohl er nur mit ausgesuchten Individuen experimentierte, deren Neigung zur Pelorienbildung ihm sehr wahrscheinlich war, gelang es ihm doch nicht, bei allen wirklich Pelorien zu erzielen.

Digitized by Google

Dass nun bei *Linaria spuria* die pelorischen wie die dorsiventralen Anomalien vorzugsweise oder ausschließlich inneren Ursachen zuzuschreiben sind, kann kaum bezweifelt werden. Man findet nämlich in der Natur auf demselben Acker, dicht neben einander Pflanzen, von denen die einen nur normale, die anderen neben solchen auch noch anomale Blüten besitzen und Voechting hat bei der Kultur der Pflanzen ganz die gleiche Beobachtung gemacht. Nun könnte ja die einzelne Blüten-Knospe etwa von einem Parasiten befallen werden und durch diesen zur anomalen Ausbildung veranlasst werden. Abgesehen aber davon, dass man einen solchen Parasiten doch auch einmal finden müsste, spricht gegen eine solche Annahme der Umstand, dass die Anomalien an bestimmten Stellen der Pflanze aufzutreten pflegen, nämlich an basalen, schwach beblätterten Seitensprossen, während die üppig wachsenden Haupttriebe gewöhnlich nur normale Blüten hervorzubringen vermögen; auch hat Voechting gezeigt, dass schon in der ersten Jugend der Blütenknospe, bei der Anlage des Kelches ein Unterschied zwischen den Pelorien und den Dorsiventralen zu erkennen ist. — Wenn also die Neigung zur Ausbildung anomaler Blüten aus inneren Gründen erfolgt, dann muss sie auch schon in dem Samenkorn gegeben sein. Es liegt aber dann nahe, anzunehmen, dass ein solches Samenkorn auch in einer anomalen Blüte entstanden ist, oder sich wenigstens an einer Pflanze mit teilweise anomalen Blüten entwickelt hat, mit anderen Worten, dass die Anomaliebildung vererbbar ist. Direkte, auf diesen Punkt gerichtete Experimente, werden die Richtigkeit dieser Vermutung zu prüfen haben, einstweilen kann sie durch zahlreiche Analogiefälle gestützt werden. Wiederum sei auch hier auf Goebel's Organographie verwiesen, in der zahlreiche, in der Litteratur beschriebene Fälle von vererbten Anomalien zusammengestellt sind; hier sollen nur einige auf die Pelorien bezüglichen Angaben mitgeteilt werden. Es muss vorausgeschickt werden, dass viele Pelorien unfruchtbar sind, teils weil sie mangelhaften oder gar keinen Pollen liefern, teils aber offenbar, weil ihr Gynaeceum abnorm ist. Eine zweite Kategorie von Pelorien setzt zwar reichliche Samen an, doch ergeben diese normalblütige Pflanzen. Darwin teilt aber mit, dass Pelorien von *Antirrhinum*, mit ihrem eignen Pollen bestäubt, reichlich fruchteten und dass aus sämtlichen Samen pelorische Pflanzen hervorgingen. Schon früher fand Vrolik die Pelorienbildung bei *Digitalis purpurea* erblich und es soll eine konstante pelorische Rasse dieser Pflanze in Gärten gezogen werden; ebenso soll sich nach Darwin *Gloxinia speciosa* verhalten. Godron hat eine pelorische Form von *Corydalis solida* durch fünf Generationen hindurch beobachtet und konstant gefunden. Schließlich verdanken wir wiederum Peyritsch Versuche (an *Leonurus Cardiaca*); sie zeigen, dass Pelorien nicht nur aus den Samen der pelorischen Blüten, sondern auch aus den dorsi-

Digitized by Google

ventralen Blüten des teilweise Pelorien-tragenden Stockes hervorgehen. — Selbstverständlich sind das Alles nur ganz vereinzelte Beobachtungen und es ist zu hoffen, dass umfangreiche Experimente über diese und verwandte Fragen bald in Angriff genommen werden. Wenn wir also für *Linaria spuria* die zwei Annahmen machen, 1. dass die Anomalieen aus inneren Ursachen auftreten und 2. dass sie erblich sind, so sagen wir damit, dass diese Anomalieen eigentlich ihren Namen durchaus mit Unrecht tragen, da sie zum Wesen der Art gehören; sie sind also besser als Abänderungen zu bezeichnen. *Linaria* hat dann im Hinblick auf andere Arten einen ungewöhnlich großen und an verschiedenen Orten einen verschieden großen „Abänderungsspielraum". Diese Thatsachen fordern zu einem Vergleich mit anderen Arten auf, vor allen Dingen mit *Linaria vulgaris*. Wir sahen in der Einleitung, dass auch bei ihr Pelorien beobachtet worden sind, wir tragen jetzt nach, dass eine Anzahl der dorsiventralen Anomalieen von *spuria* auch bei ihr gelegentlich gefunden, ja sogar zum Teil unter bestimmten Bedingungen experimentell hergestellt worden sind [Voechting]. In der Art des Vorkommens dieser Abänderungen aber unterscheidet sich *vulgaris* ganz wesentlich von *spuria*. Dieselben sind bei ihr im Ganzen sehr viel seltener, wenn sie aber auftreten, findet man sie an einem oft eng umschriebenen Platz in größerer Zahl und an einzelnen Individuen oft ausschließlich; man beachte, dass Linné's Pelorie ebenso wie Gmelin's *Peloria anectaria* ausschließlich pelorische Blüten trug; ähnlich verhalten sich die getrockneten Pflanzen, die in Billot's „Flora Galliae et Germaniae" ausgegeben worden sind. Nach den Angaben der Blütenbiologen ist nun aber *Linaria vulgaris* eine selbststerile Art, d. h. die Narbe einer Blüte muss mit Pollen einer anderen Blüte belegt werden, damit Samen zu Stande komme. Denken wir uns also an irgend einem Ort eine auffallende Abänderung in einem oder wenigen Exemplaren aufgetreten, so wird sie durch Kreuzung mit ihresgleichen gewiss in erster Linie wieder dieselbe Abänderung bei den Nachkommen erzeugen; in der überwiegenden Menge von Fällen aber wird Kreuzung mit der Normalform eintreten und der Erfolg wird offenbar sein, dass die Abänderung nicht etwa in vermehrter Individuenzahl auftritt, sondern dass sie verwischt wird und allmählich ganz verschwindet (man vergl. Nägeli, mechan. Theorie der Abstammung, S. 287). Nur wenn in vielen oder allen Individuen dieselbe Abänderung gleichzeitig auftritt, kann sie auch bei Kreuzung erhalten werden — andrerseits kann aber bei ausgeschlossener Kreuzung oder wenigstens bei häufiger Selbstbestäubung auch eine an wenigen Individuen auftretende Veränderung Aussicht auf dauernde Existenz haben[1]). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Möglichkeit bei *Linaria spuria* realisiert ist. Uebereinstimmend wird

1) Man vergl. F. Rosen in bot. Ztg, 1891.

Digitized by Google

angegeben, dass diese Pflanze von Insekten gar nicht oder doch nur äußerst selten besucht wird; da man sie aber stets reichlich fruchtend findet, muss sie selbstfertil sein. Unter dieser Voraussetzung würde man leicht verstehen, wie der außerordentlich hohe Prozentsatz von Anomalieen erhalten bleibt. Dass er an verschiedenen Orten verschieden ist, würde man entweder darauf zurückzuführen haben, dass die Pflanze verschieden weit in ihrem Umbildungsvorgang fortgeschritten ist — und statistische Untersuchungen an den gleichen Orten, nach Jahrzehnten, Jahrhunderten oder Jahrtausenden ausgeführt, müssten die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Annahme darthun — oder darauf, dass die Anomalien durch verschiedene äußere Faktoren, wenn auch nicht veranlasst, so doch befördert werden, ein Umstand, der experimentell zu erweisen wäre.

Nach diesen Erörterungen sind wir im Stande, nochmals auf die oben aufgeworfene Frage zurückzukommen, ob es wohl möglich wäre, eine Rasse zu erzielen, die nur Anomalblüten produzierte. Lösen können wir diese Frage freilich z. Z. nicht, nur den Weg vermögen wir anzugeben, der zu ihrer Lösung führen kann. Es ist klar, dass zunächst einmal Versuche angestellt werden müssten, um festzustellen, wie die Nachkommen einer bestimmten Anomalie, z. B. der $^1/_4$,2 oder der 5zähligen Pelorie ausfallen, wenn sie mit dem eignen Pollen oder wenn sie mit dem der Normalform bestäubt wird. Sollte sich im ersten Fall ein gewisser Prozentsatz von Nachkommen ergeben, der die Anomalie vererbt besitzt, so wäre es wohl möglich, eine Rasse mit dieser bestimmten Eigentümlichkeit zu erziehen. In der Natur könnte ebenfalls eine Veränderung des augenblicklichen Zustandes eintreten, wenn nämlich die einzelnen Formen in verschiedenem Grade zur Ausbildung von Nachkommenschaft befähigt werden — wenn sie also in Konkurrenz treten, wenn sich die natürliche Zuchtwahl ihrer bemächtigt, was augenblicklich nicht der Fall zu sein scheint. Dies könnte in ganz verschiedener Weise geschehen. Entweder die einzelnen Formen erfahren korrelative Veränderungen — also es nimmt z. B. bei einer Form mit vielen Anomalieen die Ueppigkeit des Wachstums zu, ihre Assimilationsthätigkeit wird gefördert und damit die Samenbildung vermehrt — oder aber die Fruchtbarkeit wird in andrer Weise vermehrt, indem die vielleicht noch spurenweise vorhandene Abneigung gegen Selbstbestäubung ganz erlischt — es könnte aber auch umgekehrt die Pflanze wieder zur Kreuzung zurückkehren und dann würde die am besten an den Insektenbesuch angepasste Form in kurzer Zeit die anderen verdrängen. Ob unter den durch Abänderung vom ursprünglichen Typus aufgetretenen Gestalten eine zweckmäßiger ist, als die normale Blüte, wissen wir nicht; möglich, dass z. B. die $^1/_3$,1 Blüte sich so erweisen würde — die Mehrzahl der Abänderungen aber ist zweifellos unzweckmäßig, so grade die häu-

Digitized by Google

figsten, die $^1/_4$ und die $^2/_3$ Blüte; erstere wegen der 2 Sporne, letztere wegen der Sporenlosigkeit. Diese Gestalten können sich also überhaupt nur unter den anomalen Verhältnissen der Selbstbestäubung erhalten und würden bei Kreuzung rasch verschwinden. Es wäre von großem Interesse, zu erfahren, ob etwa auch bei anderen Pflanzen mit Selbstbestäubung sich ähnliche Verhältnisse wie bei *Linaria spuria* finden.

Nach diesen Ueberlegungen hätten wir es also in *Linaria spuria* mit einer Pflanze zu thun, bei der die Selbstbestäubung eine sehr große Formenmannigfaltigkeit erhält; eine Formenmannigfaltigkeit, die von einem anderen Gesichtspunkte aus ein noch größeres Interesse beansprucht. Es hat besonders Darwin angenommen, dass die Variation der Organismen durch minimale Veränderungen erfolge und dass durch deren allmähliche Summierung neue Formen, Rassen, Varietäten, Arten etc. entstehen. Hier aber haben wir einen eklatanten Fall des gegenteiligen Verhaltens: plötzlich und ohne Uebergänge treten die neuen Formen mit einem Schlage fertig in die Erscheinung — die fertigen Formen, nicht die „werdenden" treten in den Kampf ums Dasein ein. Solche sprungweise Variation hat schon W. Hofmeister, hat mit größerem Nachdruck C. v. Nägeli gefordert. Bessere Belege für dieser Männer theoretische Anschauungen, dürften kaum gefunden werden können. Freilich sind ja, wie schon bemerkt, hier die Abänderungen so große, dass sie (fixiert gedacht) nicht neue Arten, sondern zum mindesten neue Gattungen hervorgebracht hätten. Nach solchen Beobachtungen aber kann man die Möglichkeit der Entstehung von Gattungen und Familien durch sprungweise Aenderung nicht wohl leugnen, doch wollen wir darauf verzichten, Beispiele namhaft zu machen, bei denen eine solche Abstammung besonders wahrscheinlich wäre. Aber auch eine sprungweise Entstehung der Species und Varietäten erscheint uns nicht unwahrscheinlich, obwohl es ganz und gar nicht in unserer Absicht liegt, zu behaupten, dass man mit einem Prinzip nun Alles erklären könnte oder müsste. [18]

Wichtigste Litteratur.

C. v. Linné, Amoenitates academicae, Bd. I, 1749.
J. R. Stehelin. Acta helvetica, Bd. II, 1755.
A. P. de Candolle, Théorie d. l. botanique, 2 ed., 1819.
C. Chr. Gmelin, Flora badensis, Bd. II.
H. Voechting, Jahrb. für wiss. Botanik, XXXI. 1898.
H. Petry, Deutsche botan. Monatsschrift, 2, 1892.
C. Goebel, Organographie, Bd. I, 1898.
J. Peyritsch, Ueber die Aetiologie pelorischer Blütenbildungen. Wien 1877.
C. Darwin, Das Variieren der Tiere und Pflanzen, Bd. II.
Vrolik, Flora 1844, 1846.
D. A. Godron, Mémoires de l'académie de Stanislas, 1873.

Digitized by Google

Ueber Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum*.

Von W. Karawaiew,
Assistent am zoologischen Laboratorium der St. Wladimir-Universität zu Kiew.

(Schluss.)

Ich habe absichtlich der Beschreibung der merkwürdigen Einrichtungen am Hinterdarme der *Anthrenus*-Larve und den Anschauungen Möbusz' so viel Platz gewidmet, weil die Einrichtungen bei *Anobium* denen bei *Anthrenus* sehr ähnlich sind und sich eigentlich nur durch die Abwesenheit des Blindsackes unterscheiden. Wenn es möglich ist den Malpighi'schen Gefäßen von *Anthrenus* außer der exkretorischen auch eine resorbierende Funktion zuzuschreiben, so ist es, obschon in einem geringerem Maße auch für *Anobium* der Fall. Eine resorbierende Funktion können wir in diesem Falle bei den Endabschnitten der Malpighi'schen Gefäßen vermuten, welche in der Wand des Rektums verlaufen, eine exkretorische bei dem freien Abschnitte. In dieser Hinsicht wäre es sehr interessant Fütterungs- und Injektionsversuche mit Farbstoffen im Sinne Kowalevsky's anzustellen; dazu hatte ich aber leider noch keine Gelegenheit.

Wir kehren wieder zur Beschreibung des Hinterdarmes der *Anobium*-Larve zurück, um damit die Anatomie des Darmkanals zu beenden. Wir haben die Beschreibung an dem Punkte verlassen, wo das Hinterende des Bündels der Malpighi'schen Gefäße liegt.

Den Querschnitt des Hinterdarmes im Gebiet des Endes des Bündels der Malpighi'schen Gefäße hatten wir schon Gelegenheit auf Fig. 12 (unten) zu sehen. Das Darmrohr behält auch hier den früheren Charakter, nur ist die deckende Epithellamelle, welche nicht mehr mit dem Bündel der Malpighi'schen Gefäße in Berührung kommt, breiter und mehr rinnenförmig geworden: ihre mittlere Region bildet eine Verdickung, welche sich in das Lumen des Darmes einstülpt; die seitlichen Teile sind dünn; über der epithelialen deckenden Lamelle beobachten wir den Querschnitt einer dachförmigen Rinne *per*, welche sich durch eine Grenzlinie scharf vom Epithel abtrennt und wohl zu dem peritonealen (mesodermalen) Bindegewebe gehört. Vom Ende des Bündels der Malpighi'schen Gefäße an beginnt der letzte Hinterdarmabschnitt, welchen ich in der einleitenden Beschreibung als vierten Hinterdarmabschnitt bezeichnete und welcher, wie wir bald sehen werden, mit dem vorhergehenden zusammen zum Rektum zu rechnen ist. Von hier an zieht der Hinterdarm zum Anus in Form eines dünnen langen im Querschnitt rundlichen Bogens (Fig. 1 *Hd4*). Der Durchmesser dieses Abschnittes ist bei sehr jungen Larven etwas kleiner, als der des Endes des vorhergehenden Abschnittes; bei älteren Larven sind die Durchmesser beider Hinterdarmabschnitte ungefähr gleich. Die Struktur des Endabschnittes des Hinterdarmes, welche seiner

Digitized by Google

ganzen Länge nach die gleiche ist, ist im wesentlichen fast dieselbe (Fig. 13) wie am Ende des vorhergehenden Abschnittes. An der verdickten Stelle der deckenden Lamelle, welche hier große gerundete Zellen enthält, bemerken wir schon keine dachartige bindegewebige Rinne. Nahe an den Enden der halbkreisförmigen Muskelfasern der Muskularis, welche hier nur die Hälfte (die Rückenhälfte) des Darmrohres umschließt, bemerken wir zwei symmetrische spaltförmige Einstülpungen des Epithels *einst*, welche schief nach außen gerichtet sind. Sie haben ein Aussehen, als ob sie durch den Zug der Muskelfasern hervorgerufen worden. Eine Andeutung einer dieser zwei Einstülpungen sehen wir schon auf Figur 12 rechts.

Aus der obenstehenden Beschreibung und den entsprechenden Abbildungen sehen wir, dass die Struktur des letzten und vorletzten Hinterdarmabschnitts eigentlich dieselbe ist, und dass die des ersteren nur etwas durch die nahe Beziehung der Malpighi'schen Gefäße ein wenig modifiziert wird. Wir können deshalb die beiden hintersten Hinterdarmabschnitte als Teile des Rektums ansehen.

Die histologischen Veränderungen während der Metamorphose sind bei *Anobium* wenig eingreifend und in dieser Beziehung bietet dieser Käfer viel Aehnlichkeit mit den Ameisen. Auch hier tritt die Phagocytose in den Hintergrund und die Metamorphose wenigstens der in dieser Hinsicht besser untersuchten Organe geschieht mittelst langsamer Karyolyse der Kerne und eines Auflösungsprozesses des Protoplasmas auf nekrotischem Wege.

Im Vorderdarme habe ich keine Metamorphose beobachtet. Er entwickelt sich wahrscheinlich ganz allmählich in den entsprechenden Darmabschnitt der Imago. Aus dem Hinterabschnitte des Vorderdarmes entwickelt sich ein kurzer cylindrischer Proventriculus (Kaumagen), welcher sich mittelst einer ringförmigen Einstülpung vom Oesophagus, sowohl wie mittels einer eben solchen vom Mitteldarme abgrenzt. Letztere entspricht der ringförmigen Einstülpung der Larve. Im Gebiet des Ueberganges des Vorderdarmes in den Mitteldarm beobachtete ich bei einigen Larven Bilder, die ich noch nicht im Stande bin miteinander zu verbinden; ich übergehe sie deshalb mit Schweigen.

Die Metamorphose des Mitteldarmes geschieht typisch auf Kosten der imaginalen Kryptenzellen, welche Inseln imaginalen Epithels bilden und sich endlich zu einer ununterbrochenen Schicht vereinigen. Vor Beginn der Metamorphose entleert sich der gesammte Mitteldarm und während der Epithelregeneration zieht er sich zu einem dünnen Rohre zusammen. Nachdem sich das imaginale Epithel zu einer zusammenhängenden Schicht vereinigt hat, trennt sich das larvale Epithel ganz von dem ersteren ab, wobei es aber, wie bei Anthrenus, eine Zeit lang im Zustand eines zusammenhängenden Sackes bleibt. Ein solches

Stadium ist auf Fig. 14 abgebildet, welche einem Querschnitt aus dem mittleren Abschnitte des Mitteldarmes entspricht. Wenn wir im Vergleich mit den früheren Figuren die starke Vergrösserung (360/1) berücksichtigen, so werden wir eine Vorstellung darüber gewinnen, wie stark sich das Darmrohr zusammengezogen hat. Das imaginale Epithel *imep* besteht aus saftigen polygonalen Zellen, welche sich noch nicht überall einschichtig geordnet haben. Innen beobachten wir das stark zusammengezogene Rohr des larvalen Epithels *lep*; zu demselben sind wahrscheinlich auch die platten, auf dem Querschnitt spindelförmigen Zellen zu rechnen, welche an der Innenfläche des Imaginalepithels liegen und sich von demselben noch nicht vollständig abgetrennt haben. Auf der Abbildung ist die äussere Grenze des imaginalen Epithels schematisch mittels einer dicken schwarzen Linie angedeutet; nach Aussen davon liegt das mesodermale Peritonealgewebe, welches hier jetzt eine ziemlich dicke Schicht bildet. Bald ver-

Fig. 14.

Fig. 15.

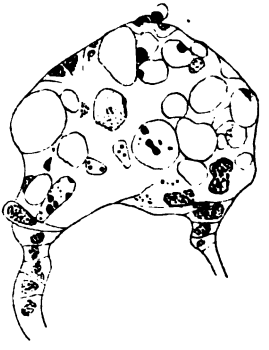


Fig. 14. Querschnitt durch den Mitteldarm einer *Anobium*-Larve während der Regeneration des Epithels. Das larvale Epithel *lep* hat sich schon von dem imaginalen *imep* abgestreift. Vergr. 500/1.

Fig. 15. Schnitt durch die Wand des aufgetriebenen Hinterdarmabschnittes einer *Anobium*-Larve während der Metamorphose. Vergr. 333/1.

lieren die larvalen Mitteldarmepithelzellen ihren Zusammenhang in Form einer Wand und bilden einen soliden Strang. Ich besitze eine Schnittserie eines solchen Stadiums, wo dieser solide Strang unmittelbar von der imaginalen Wand umhüllt wird, so dass somit auch der ganze Mitteldarm einen soliden Strang bildet. Später, wenn die Epithelzellen der imaginalen Mitteldarmwand anfangen sich rege zu vermehren und infolge dessen die Wand anfängt in die Breite zu wachsen, bekommen die larvalen Epithelzellen eine lockere Lage und schwimmen endlich ganz frei in der Flüssigkeit, welche zu dieser Zeit den Mittel-

Digitized by Google

darm erfüllt. Die Reste der Zellen des larvalen Mitteldarmepithels bekommen eine Kugelform und das Chromatin ballt sich ebenfalls in Form eines kugeligen Tropfens zusammen, welcher sich sehr intensiv färbt. Einzelne Zellenreste verbleiben ziemlich lange in der Darmhöhle, endlich lösen sich aber auch diese gänzlich auf. Bei der schon ziemlich entwickelten, aber noch weißen Puppe erweitert sich die vordere Partie des Mitteldarmes sehr beträchtlich; seine Epithelzellen werden sehr flach und dadurch die Wand selbst sehr dünn. Dabei erweitert sich auch der vorderste parasitenhaltige Mitteldarmabschnitt, welcher sich während der Metamorphose des übrigen Teiles faltig zusammenzieht. Ich habe die dabei vielleicht stattfindenden Veränderungen derselben leider nicht verfolgt, er bleibt aber auch bei der Imago parasitenhaltig und bewahrt seinen früheren Charakter.

Die Metamorphose des Hinterdarmes ist sehr einfach, da derselbe, mit Ausschluss des zweiten, aufgetriebenen, Abschnittes fast ohne Veränderungen in den Hinterdarm der Imago übergeht. Die Metamorphose des aufgetriebenen Abschnittes ist dieselbe wie bei den Ameisen, da hier die großzelligen Epithellamellen ebenfalls, und auch mit Chromatolyse der Kerne, zugrunde gehen. Dieser Vorgang geschieht sehr früh, sehr bald nachdem im Allgemeinen die Metamorphose bei der sich zur Puppenbildung vorbereitenden Larve angefangen hat, und geht rasch vorüber, so dass es schwer ist alle aufeinander folgende Stadien zu beobachten. Ich beobachtete nur ein diesbezügliches Stadium, welches auf Fig. 15 dargestellt ist. Wir sehen hier einen Schnitt durch den entsprechenden Hinterdarmabschnitt auf einem ziemlich späten Stadium der Metamorphose. Die dicke Masse oben stellt den Rest einer, vielleicht einiger zusammengeflossener Lamellen dar; die zwei Darmwände unten sind Teile der definitiven Darmwand dieses Hinterdarmabschnittes, welche sich aus den kleinzelligen Lamellen entwickeln; auf der Abbildung habe ich nur einen Teil dieser Wände dargestellt, da unten der Schnitt die Wand sehr schief getroffen hat. Diese Abbildung ist bei derselben Vergrösserung dargestellt, wie Fig. 8, welche denselben Darmabschnitt bei einer etwas jüngeren Larve vor Beginn der Metamorphose darstellt und wir sehen daraus, wie stark sich der Darmabschnitt zusammenzieht, was ausschließlich wegen der Degeneration der großzelligen Lamellen geschieht. An Stelle derselben sehen wir eine unförmliche Masse, welche aus Resten grösstenteils abgestorbener Zellen besteht. Wir unterscheiden eine zusammengeflossene Grundsubstanz, in welcher die Zellenreste eingeschlossen sind. Wir sehen hier Zellen und Kerne, welche sich auf verschiedenen Stufen des Unterganges befinden. Einige Zellen und freie Kerne haben ein fast normales Aussehen, größtenteils haben sie sich aber stark verändert und zeigen für die Chromatolyse charakteristische Bilder. Bei der weiteren Entwicklung der Larve verschwinden die letzten Reste der großzelligen

Platten und der Darmabschnitt wandelt sich in ein einfaches dünnwandiges Rohr um.

An der Grenze des Mittel- und Hinterdarmes entspringen die Malpighi'schen Gefäße. Nach einer langen Wanderung in der Leibeshöhle, größtenteils sich an den Mitteldarm anlegend, treten sie in eine nahe, oben ausführlich besprochene, Beziehung zum vordersten Abschnitte des Rektum. Wir sollen an dieser Stelle auch ihrer gedenken. Im Gegenteil zu den Ameisen, bei welchen nach Nassonow's[1]) und meinen Untersuchungen die larvalen Malpighi'schen Gefäße ganz zu Grunde gehen und die imaginalen unabhängig von den ersteren von neuem herauswachsen, gehen bei Anobium die larvalen Gefäße in die der Imago über, indem sie nur einer schwachen Regeneration unterliegen; dieselbe findet dabei nur in dem freien Abschnitte derselben statt. Bevor ich aber zu der Besprechung der Regeneration übergehe, will ich an diesem Orte noch einige Worte über die Struktur der Malpighi'schen Gefäße bei der jungen Larve sagen.

Bei jungen Larven vor Beginn der Regeneration sind die Malpighi'schen Gefäße im freien Abschnitt ziemlich dick; im Endabschnitt, welcher in nahe Beziehung zum Rektum tritt, werden sie anfänglich sehr dünn, wonach sie sich wieder allmählich verdicken. Im freien Abschnitt ist das Lumen größtenteils gut sichtbar, obschon hier selten mehr als ein paar Zellen auf den Querschnitt kommen; im dünneren Anfangsteile des in die Wand des Rektums eintretenden Abschnittes sind die Zellen sogar einreihig geordnet. Die Zellen haben den gewöhnlichen für andere Insekten bekannten Charakter; die Kerne sind körnig, gerundet, im freien Abschnitte der Gefäße oft bogenförmig gebogen. Eine Intima konnte ich nicht unterscheiden. Die Außenfläche wird spärlich von kleinen platten Peritonealzellen bedeckt.

Die Regeneration des freien Abschnittes der Malpighi'schen Gefäße geschieht bei der ziemlich entwickelten, aber noch weißen Puppe, die Vorbereitung zu derselben fängt aber gleich nach der letzten Häutung an. Sie besteht darin, dass der Durchmesser der Gefäße allmählich kleiner wird, was auf Kosten der Verkleinerung der Zellen selbst geschieht. Die Differenz im Durchmesser wird eine sehr bedeutende; früher war der Durchmesser der Gefäße ca. 50 μ lang, jetzt erreicht er nur 18 μ. Außer der Verkleinerung der Zellen unterscheiden sich jetzt die Malpighi'schen Gefäße von dem früheren Zustand dadurch, dass sie ihr Lumen verlieren und dass gewisse Zellen derselben, sowie deren Kerne, eine kugelige Gestalt annehmen

1) N. Nassonow, Zur postembryonalen Entwicklung der Ameise *Lasius flavus*. Vorläufige Mitteilung (russisch). Sitzungsber. der zool. Abt. d. Gesellschaft d. Freunde d. Naturwiss., Bd. I, Moskau 1886 und zugleich in: Nachr. d. Gesellsch. d. Naturwiss., Anthropol. u. Ethnogr., Bd. L, Moskau 1887.

Digitized by Google

(Fig. 16 *Mpl*) und von anderen (dieselbe Fig. — *Mpi*) sichelförmig, ja ringförmig umschlossen werden; der Kern der schließenden Zelle hat entsprechend eine (im Querschnitt) bogenförmige Form. In diesem Zustand haben beide Zellen noch einen normalen Charakter, später aber stirbt die umschlossene kugelige Zelle ab (Fig. 17), wobei das Chromatin ihres Kernes eine sich intensiv färbende Masse bildet. Die umschliessenden Zellen dienen als Ausgangspunkte für die Regeneration des Gefäßes, die kugeligen gehen dagegen zu-

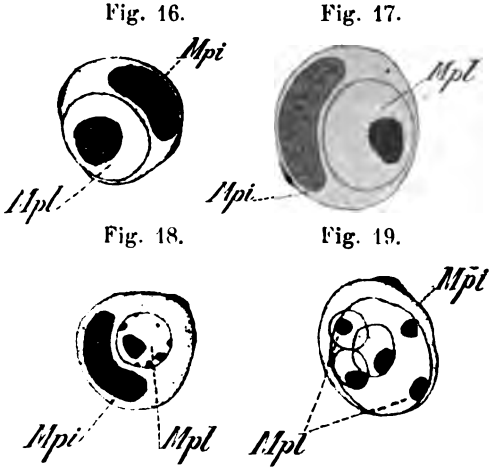


Fig. 16—19. Querschnitt durch Malpighi'sche Gefäße auf verschiedenen Stadien der Regeneration. Vergr. 1000/1.

grunde, indem sie endlich ganz schwinden und wahrscheinlich in einen flüssigen Zustand übergehen. Auf Fig. 17 unterscheiden wir noch mehr oder weniger die Protoplasmareste der kugeligen degenerirenden Zelle und deren Kern, auf Fig. 18 ist aber der Prozess viel weiter fortgeschritten — an Stelle der kugeligen Zelle beobachten wir einen kugeligen Tropfen einer durchsichtigen Flüssigkeit mit für die Chromatolyse charakteristischen Massen Chromatius verschiedener Größe. Auf Fig. 19 beobachten wir einen ziemlich dicken Querschnitt durch ein Malpighi'sches Gefäß, in Regeneration begriffen, wo eine Anzahl abgestorbener Zellen von anderen umhüllt wird; den Kern der letzteren hat der Schnitt nicht getroffen. Nachdem die letzten Reste der verfallenden Zellen verschwunden sind, bekommen die regenerierten Gefäße wieder ihr Lumen und ihr früheres Aussehen, nur bleibt ihr Durchmesser klein; sie werden auch später nicht dicker.

Der hintere Abschnitt der Malpighi'schen Gefäße, welcher in die Wand des Hinterdarmes eintritt, unterliegt, wie ich das schon bemerkte, keiner Regeneration, er wird jedoch bei der Imago dünner, als bei der Larve vor der Metamorphose.

Eine Vorbereitung zu einer fernen Tropenreise verhindert mich die Metamorphose auch der übrigen Organe von *Anobium* zu untersuchen.

Digitized by Google

Da ich vielleicht nicht bald Gelegenheit haben werde die Untersuchung fortzusetzen, so ziehe ich es vor dieselbe in ihrem jetzigen Zustand zu publizieren. Bezüglich der übrigen Organe kann ich gegenwärtig nur einige kurze Bemerkungen machen.

Um den Anus und die Ausführungsöffnungen der Genitalorgane herum bildet sich eine tiefe Hypodermeinstülpung; die Beziehung derselben zu den Abdominalsegmenten kenne ich nicht. Unter dem Hypoderm beobachtete ich eben solche „Subhypordermalzellen", wie bei *Lasius*. Zu den Seiten des Abdomens beobachtete ich in der Leibeshöhle Gruppen von „Drüsenzellen", welche denen bei *Lasius* ganz ähnlich und segmental geordnet sind; im Gegensatz zu *Lasius* traf ich sie auch bei sehr alten Puppen, welche sich schon sehr wenig von den Imagines unterschieden, so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass sie sich bei den letzteren erhalten. Für das Stadium der Metamorphose des Muskelsystems ist *Anobium* ein ungeeignetes Objekt, da die Muskelzellen ungemein klein sind; Phagocytose beobachtete ich hier nicht und die Metamorphose scheint eine Aehnlichkeit der bei den Ameisen darzubieten.

Zum Schlusse weise ich nochmals darauf hin, dass die Metamorphose von *Anobium* zu dem Typus gehört, bei welchem die der Rückbildung unterliegenden Organe oder Organteile selbständig zu Grunde gehen. In dieser Hinsicht bietet die Metamorphose von *Anobium* viel Aehnlichkeit mit der Metamorphose bei den Ameisen und anderen in Bezug darauf mehr oder weniger untersuchten Insekten. Wie bei diesen letzteren, so muss auch bei *Anobium* der Charakter der Metamorphose, worauf ich schon in meiner Arbeit über Lasius hinwies, in der langen Dauer der Metamorphose seine Erklärung finden. Die künftigen Untersuchungen können Phagocytose vielleicht auch bei *Anobium* finden, ihre Rolle kann aber nur eine untergeordnete sein, da die Dauer der Metamorphose bei diesem Insekt eine lange ist. Im Allgemeinen müssen wir bei den Insekten, je nach der Dauer der Metamorphose, die allerverschiedensten Kombinationen zwischen dem Untergang der Zellen mittelst der aktiven Phagocytose und dem passiven selbständigem Untergange erwarten. [125]

Dorf Murzsinzy 14./24. September 1898.

Dr. S. Ehrmann, Das melanotische Pigment und die pigmentbildenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel.

(Bibliotheca medica, D. II, Heft 6.)

Die genaue Kenntnis von der Bildung des schwarzen Pigmentes im Wirbeltierkörper ist für eine Reihe wissenschaftlicher — theoretischer wie praktischer — Fragen von größter Wichtigkeit. Der Physiologe und der Pathologe interessiert sich in gleicher Weise für die Lösung dieses Rätsels

Digitized by Google

und seitdem Eimer in seinen Arbeiten gezeigt hat, welche Bedeutung die Färbung und Zeichnung der Tiere für die Artbildung hat, kann sich auch der Fachzoologe, der Systematiker, den Bestrebungen nicht verschließen, welche dazu beitragen, um die letzten Ursachen aufzudecken, die den Zeichnungsgesetzen zu Grunde liegen.

Der Verfasser der vorliegenden Arbeit hat sich Jahre lang mit dem Studium der Bildung des melanotischen Pigments im Körper von Amphibienembryonen abgegeben. Er verfolgte die Entwicklung des Pigmentes in den allerersten Lebensstadien des jungen Tieres, schon im Ei, noch ehe dasselbe das Ovarium des Muttertieres verlassen hatte. Dabei ergab es sich, wie bereits von andern Forschern festgestellt worden war, dass man zwischen originär-pigmentierten und originär-pigmentlosen Embryonen streng unterscheiden muss und dass nur die letzteren geeignet sind, um den Vorgang der Pigmentbildung im jungen Tiere kennen zu lernen. Zu den originär-pigmentierten Amphibien-Arten gehören die Batrachier und ferner der mexikanische *Axolotl*. Als Uebergang zu den ganz pigmentlosen Eiern sind die schwach-pigmentierten von *Triton taeniatus* und *Hyla arborea* zu nennen. Originär nicht pigmentiert sind unter anderen *Salamandra maculata, atra* und *Triton cristatus*.

Der Grund dieser Verschiedenheit ist von Ehrmann noch nicht festgestellt worden, wahrscheinlich beruht dieselbe aber darauf, dass das Stroma des Ovarium bei solchen Tieren, die zu der zweiten Gruppe gehören, der beweglichen Chromatophoren (Melanoblasten), die bei den originärpigmentierten Arten im Stadium der Reife in das Ei eindringen, entbehrt.

Bei den originär-pigmentierten Eiern enthält das Protoplasma das Pigment, nicht das Paraplasma; daher ist bei diesen Tieren der animale Pol des Eies mehr oder weniger schwarz gefärbt. Dieses originäre Pigment macht im Lauf der Entwicklung eine Reihe von Verschiebungen durch und wird zum Teil sogar abgeschieden; später erst bildet sich auch bei solchen Embryonen embryogenes Pigment, und zwar in derselben Weise wie bei den Arten, die zu der Gruppe der originär-pigmentlosen gehören. Während bei originär-pigmentierten Eiern nur die kleinen Zellen des animalen Poles der Morula pigmentreich sind, die des vegetativen pigmentarm, findet man die Morula bei allen originär-pigmentlosen Eiern in ihren sämtlichen Furchungssegmenten pigmentlos, ebenso auch noch die Blastula und Gastrula. Das Pigment des Entoderms bei originärpigmentierten Tieren ist indessen ebenfalls nicht neugebildet, sondern gelangt durch Einstülpung der pigmentierten Zellen der Blastulaoberfläche in die Urdarmhöhle hinein. Das originäre Pigment ist im Ei, in den Furchungskugeln und in den Zellen der Gastrula und des Embryos oberflächlich gelagert. In vielen Fällen, besonders in den Cylinderzellen des Ektoderms und Entoderms, lagert sich dasselbe in der Weise um, dass es an den Enden der Zellen zu Anhäufungen kommt (polare Anordnung) und zwar pflegen diese Ansammlungen am superfiziellen Pole größer zu sein als am basalen (eine Ausnahme bilden die Zellen der Medullarwülste). Die Seitenflächen der Zellen enthalten somit immer weniger Pigment als der eine Pol. Die Ursache, weshalb das Pigment sich hauptsächlich in der oberflächlichen Schichte des Zellkörpers und an einem Pole anhäuft, ist darin zu suchen, dass dort das Protoplasma, welches allein Pigment enthält, bedeutend über die Masse der Dotterplättchen überwiegt. Nach

Digitized by Google

Bildung der Gastrula kehren die kleinen Zellen der oberen Blastulafläche ihren superfiziellen Pol der Urdarmhöhle zu und damit auch die Hauptmasse des Pigmentes, und diese „Antipodenstellung" der pigmentierten Ektoderm- bezw. Entodermzellen lässt sich hier in das spätere Larvenleben hinein verfolgen. Die Entodermzellen enthalten indessen ihrem größeren Gehalt an Dotter entsprechend überhaupt viel weniger Pigment als die Zellen des Ektodermes, am meisten Farbstoff zeigen noch diejenigen Zellen, welche von der Decke der Blastula mit eingestülpt wurden und teils zur Bildung der Chorda dorsalis bezw. des gastralen Teiles des Mesoderms verwendet werden. Bei *Siredon pisciforme* sind deshalb die rückwärtigen Teile der *Gastrula*-Larve (Umgebung des Urmundes) stärker pigmentiert als die vorderen, welche dem zukünftigen Munddarm entsprechen. Auch bei schon freischwimmenden Larven gibt sich diese Verteilung des originären Pigments in der Pigmentierung des Darmepithels, welche von vorne bis zu einer rückwärtsgelegenen Stelle zunimmt, zu erkennen. Die originären Melanoblasten haben nicht die Fähigkeit sich zu vermehren. Deshalb ist die Pigmentierung des ungefurchten Eies am größten und nimmt bei fortschreitender Entwicklung, je mehr sich die Oberfläche des Embryo vergrößert, an Intensität ab.

Bei den originär-pigmentierten Amphibien ist das Mesoderm von Zellen abzuleiten, die originäres Pigment enthalten, bei originär nicht pigmentierten Embryonen findet sich auch nach Bildung des Mesoderms noch lange kein Pigment in den drei Keimblättern.

Die Verteilung des originären Pigments über die Körperoberfläche des Embryos bleibt indessen nicht lange Zeit eine gleichmäßige. Schon ehe die Medullarfalten sich bilden, häuft sich das Pigment an deren Stelle an, indem es die Fläche der Medullarplatte zum Teil verlässt: es entstehen also auf dem Körper des Embryo zwei intensiv gefärbte Längsstreifen, die auf seiner dorsalen Fläche verlaufen. Diese Pigmentverschiebung geschieht 1. durch Zellteilung, 2. durch Strömung des Farbstoffes von Zelle zu Zelle. Das Pigment ist innerhalb der Zellen linear angeordnet, d. h. die Pigmentkörner stehen in Reihen, welche von einem Zellpol zum andern verlaufen und den Fäden der Filarsubstanz (Mitom) „angedrückt" erscheinen. Es wurde schon erwähnt, dass der Farbstoff an den Polen der Zelle und zwar an dem oberflächlichen Pol am dichtesten angehäuft ist, und dass er mehr die Rindenschicht als die tieferen Schichten des Zellkörpers erfüllt. Allein erst bei der Bildung des Muttersternes, wenn die Kernmembran geschwunden, wird das Pigment aus dem Innern des Zellleibs ganz in die Peripherie geschoben und zwar in der Weise, dass die einzelnen Reihen dichter zusammengedrängt erscheinen. Auch nach der Verschiebung des Pigments durch mitotische Teilung bleibt seine unipolare Anordnung bestehen.

Bei der Pigmentverschiebung durch Strömung setzen sich die Pigmentlinien von Zelle zu Zelle fort, was Ehrmann dahindeutet, dass auch hier die Linien und ihre Kontinuität einer Strömung von Zelle zu Zelle entsprechen.

Mit dem Zusammenrücken der Medullarwülste, rückt auch das in ihnen angehäufte Pigment zusammen. Die beiden dorsalen Längsstreifen des Embryos werden sich somit nähern. Da sich nun aus dieser Zellmasse das Medullarrohr und dessen Ausstülpung, die primäre Augenblase,

Digitized by Google

und ebenso die Spinalganglien entwickeln, so ist es erklärlich, dass alle diese Gebilde originäres Pigment enthalten, bei originär-pigmentlosen Larven bleiben dieselben Organe pigmentfrei.

Die die Linse abgebenden originär-pigmentierten Zellen werden allmählich pigmentlos und zwar tritt diese Verwandlung zuerst an den tiefer liegenden Stellen auf, die Zellen geben hier ihren Farbstoff an die oberflächlich gelegenen ab, dann erst werden auch diese pigmentfrei. Zu der Zeit, wo die tieferliegenden Linsenzellen ihr Pigment abgeben, bilden sich im Kopf die ersten Blutgefäße und kurz darauf, noch ehe die Linse sich abschnürt, entsteht auch schon das erste embryogene Pigment.

Im Entoderm findet sich das originäre Pigment im Epithel des Darmes und in der Leberanlage, die Leber entleert sich des Farbstoffes langsamer als das Darmepithel. Das Mesoderm ist als Bildungsstätte des embryogenen Pigments zu betrachten.

Seine Entstehung aus dem originär-pigmentierten Ekto- und Entoderm macht es erklärlich, dass auch das mittlere Keimblatt ursprünglich originäres Pigment enthält und ebenso die aus ihm hervorgehenden Organe, also auch die Blutgefäße und Blutkörperchen. Dieses primäre Pigment, dessen Herkunft und Verschiebung im Vorhergehenden beschrieben worden ist, bleibt indessen der Larve nicht erhalten, es verliert, wie schon erwähnt, während des Wachstums des Tieres an Intensität, weil es auf immer größere Flächen verteilt wird und verschwindet zuerst in der Linse, hierauf in den jungen Muskelzellen und schließlich in den übrigen Geweben.

In die Zeit, in welcher sich diese Vorgänge vollziehen, fällt die Bildung des embryogenen Pigmentes. Dies letztere tritt in seinen ersten Andeutungen bei Salamandern und Tritonen, kurze Zeit, bevor die Augenlinse sich in ihrer ektodermalen Anlage abschnürt, auf. Die Zellen, an welche später der Farbstoff gebunden ist, sind einfach spindelförmige oder wetzsteinförmige Gebilde, welche in den hinteren Partien des Kopfes zwischen Augen- und Gehörblasen und im vorderen Teil des Rumpfes der Cutisplatte aufliegen. Anfangs sind diese Zellen, welche sämtlich dem normalen Bindegewebe angehören, ohne Fortsätze und noch unpigmentiert, aber sie unterscheiden sich von vornherein von den übrigen Zellen des primitiven Bindegewebes (Mesenchym) und treten später durch Ausläufer untereinander und mit den Zellen des übrigen Bindegewebes in Beziehung. Die Farbe dieser Pigmentzellen ist zuerst graugrünlich und rührt von einem diffus im Protoplasma enthaltenen Farbstoff her, bald zeigen sich indessen gelbgrünliche, in dickeren Schichten schwärzlich erscheinende Körnchen, welche zwischen den Dotterplättchen im Protoplasma auftreten.

Wir sahen, dass die ersten Melanoblasten im Kopfteil des Embryos erscheinen, und zwar an dessen dorsaler Seite; die Bildung derselben schreitet dann gegen das caudale Ende der Larve fort, so dass der Embryo schon dem unbewaffneten Auge leicht längsgestreift erscheint. Diese Streifen bestehen aus verzweigten, untereinander verbundenen Melanoblasten. Allmählich dehnt sich die Pigmentierung bei *Salamandra* ventralwärts aus, zunächst durch Umwandlung neuer bis dahin indifferenter Zellen zu Melanoblasten. Später (schon bei 10 mm langen Larven), wenn das definitive Bindegewebe sich gebildet hat, pflanzen sich die Melanoblasten ventralwärts nur noch durch Zellteilung fort. Auch bei den Extremitäten verbreiten sich die Melanoblasten zuerst auf der dorsalen und dann erst

Digitized by Google

auf der ventralen Fläche; dieselbe Gesetzmäßigkeit beobachten wir bei der Pigmentierung des Peritoneums und des Auges.

Sobald nun die Melanoblasten an der Dorsalfläche des Kopfes bei 1 cm langen Salamander-Embryonen zu einem Netz vereinigt sind, wachsen sie auch in die Epidermis hinein, d. h. sie senden zuerst ihre Fortsätze zwischen die basalen und oberen Zellen des Ektoderms, und diese bilden sich durch direkte Teilung zu selbständigen Melanoblasten der Epidermis aus. Die Melanoblasten der Epidermis vermehren sich ihrerseits wieder durch indirekte Teilung.

Die Entwicklung der Melanoblasten steht von Anfang an in innigem Zusammenhang mit der Bildung der Blutgefäße. Dieselben schmiegen sich in der Regel einem neuentstehenden Endothelrohr an oder sie befinden sich in der nächsten Nähe eines solchen. Die zuerst auftretenden Melanoblasten nehmen ihre grünlich-graue Farbe nie früher an, als bis nicht deutlich grünlich-gefärbte Blutkörperchen in den Gefäßen nachweisbar sind. Diese Thatsache legt die Annahme nahe, dass das Hämoglobin, welches die Ursache der grünlichen Farbe der Blutkörperchen ist, durch das Untergehen von Blutzellen auch in die Gewebsflüssigkeit diffundiert, von den Melanoblasten aufgenommen wird und sich dort in melanotisches Pigment verwandelt. In Amphibien-Embryonen und Larven wird nach den Untersuchungen Ehrmann's das Pigment nie anders als im Zellleib gebildet; die Annahme der Pigmentbildung in Gewebsinterstitien ist abzuweisen, ebenso die einer direkten Bildung von Pigment aus Dotterplättchen, eine Ansicht, welche von Schwalbe vertreten wurde.

Neben den melanotischen Pigmenten beobachten wir noch gelbe tropfenförmige, in Aether und Chloroform lösliche, fettähnliche Gebilde. Diese entstehen jedoch später und bilden die sog. Interferrenzzellen, indem sich in ihnen noch ein weißer Körper, das Guanin, ablagert. Durch ihre eigene aktive Beweglichkeit, teils durch die der darunter liegenden Melanoplasten, sind diese Interferrenzzellen die Ursache des Farbenwechsels der Batrachier. Es wurde oben erwähnt, dass die Melanoblasten der Cutis Fortsätze in die Epidermis entsenden und dass sich diese zu selbständigen Melanoblasten umbilden, indem sie ihre Verbindung mit dem subepithelialen Zellnetz aufgeben. Erst lange, nachdem sich die Einwanderung der Melanoblasten in die Epidermis vollzogen hat, zeigen auch die eigentlichen Epidermiszellen Pigmenteinlagerungen. Das Pigment tritt zuerst in der obersten Lage der Epidermiszellen auf, und zwar erst, nachdem sich eine Verbindung derselben mit den Melanoblasten durch Fortsätze hergestellt hat. Ein Melanoblast versorgt auf diese Weise mit seinen zahlreichen nach oben gerichteten Fortsätzen, deren Protoplasma mit dem der Epidermiszellen verschmilzt, eine sehr große Menge von Epidermiszellen.

Die Färbung der Epidermis hat somit zweierlei Ursachen. Sie ist einmal bedingt durch die aus der Cutis in sie eingewachsenen Melanoblasten und zweitens durch pigmentierte Epidermiszellen, die ihren Farbstoff nicht selbst bilden, sondern von den Melanoblasten erhalten.

Wir haben im vorhergehenden gesehen, dass die Melanoblasten in ihrer Verbreitung stets den Blutgefäßen folgen und dass mit aus diesem Grund die Annahme nahe liegt, dass der melanotische Farbstoff ein Derivat des Blutfarbstoffes sei. Unter den andern wichtigen Argumenten, welche Ehrmann zur Unterstützung seiner Ansicht anführt, ist

die Pigmentbildung innerhalb des Plasmodium Malariae hervorzuheben. Der einzellige Organismus dringt in die Blutkörperchen ein, zieht den Blutfarbstoff an sich und bildet einen gefärbten Körper, der sich mikroskopisch in nichts von dem sonstigen melanotischen Pigment unterscheidet. Ein weiterer Grund für diese Annahme liegt in der Pigmentierung der Uterusschleimhaut brünstiger Tiere, wobei Blutungen stattfinden, ferner bei Syphiliseffloreszenzen. Aehnlich wie bei Syphilis verhält es sich bei traumatisch und experimentell erzeugten, sowie aus andern Gefäßläsionen hervorgegangenen Blutungen. Gelangen dagegen nur weiße Blutkörperchen und Blutplasma in die Gewebe, wie es bei jeder Hyperämie der Fall ist, so entsteht kein Pigment, ein Beweis dafür, dass die roten Blutkörperchen zur Erzeugung des Farbstoffes notwendig sind, und zwar nicht deren farbloses Gerüst, sondern deren gefärbte Bestandteile, die Derivate des Blattfarbstoffs.

Das melanotische Pigment entsteht also im Tierkörper aus dem Blutfarbstoff durch die Thätigkeit spezifischer Zellen, der Melanoblasten. Wo diese Zellen weniger zahlreich vorhanden sind z. B. bei Blonden tritt unter denselben Verhältnissen, wo Blutfarbstoff in die Gewebe eindringt, weniger starke Pigmentierung auf, als bei Brünetten. Bei Albinoten fehlen die Melanoblasten vollständig. Der Albinismus kann universell oder aber auch nur lokal sein. Bei Amphibien wird nur unvollständiger Albinismus beobachtet. Bei *Proteus anguineus* besteht der Albinismus nur zeitweise; es sind aber hier immer Melanoblasten vorhanden, nur sind dieselben, so lange sich das Tier im Dunkeln befindet, wenig gefärbt, erst durch den Einfluss des Lichtes werden sie zur Pigmentbildung angeregt. Belichtung allein kann indessen ohne die Anwesenheit vom Melanoblasten keine Pigmentbildung erzeugen. Auch in der Haarmatrix der Säugetiere und des Menschen finden sich zuerst unpigmentierte Melanoblasten, der Farbstoff bildet sich erst später. In den meisten Fällen umspinnen die Melanoblasten die Papillenoberfläche und liegen auch weiter oben zwischen den Zellen der Haarmatrix. Ihre Fortsätze verzweigen sich hauptsächlich in der Matrix der Haarrinde, gelangen indessen auch an die Oberfläche der Papille bis zum Gipfel, wo sie an die Zellen des Haarmarkes herantreten. Beim Haarwechsel liegen die Melanoblasten der Haarpapille nach Ablösung der Matrix vom Papillenhals hauptsächlich in der Kuppe der Papille, von wo aus dieselben wieder in die Matrix des neuen Haares einwachsen. Außerdem nehmen an der Bildung des neuen Haares auch noch die Melanoblasten des Haarkolbens und des Epithelzapfens teil.

Diese doppelte Quelle der Matrixmelanoblasten dürfte wohl der Grund davon sein, warum beim Menschen und bei vielen Tieren ein periodischer Wechsel der Haarfarbe nicht vorkommt. Nur beim vorzeitigen Ergrauen des Menschen (canities praematura) beobachtet man indessen, dass ein bereits weißes Haar noch streckenweise wieder dunkel wird.

Die Resultate seiner interessanten Untersuchungen fasst Ehrmann in folgenden Sätzen zusammen:

„1. Die Pigmentbildung geschieht in eigentümlichen, weder mit Bindegewebszellen noch mit Leukocyten, noch mit Epidermiszellen identischen Zellen, den „Melanoblasten“.

Digitized by Google

2. Die Melanoblasten sind Abkömmlinge des mittleren Keimblattes, welche zum Teil sich darin selbständig entwickeln, in die Epidermis einwachsen und daselbst ein selbständiges Zelldasein führen. Ob sich Zellen des äußeren Keimblattes in die Anlage des Retinaepithels zu Melanoblasten umwandeln, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

3. Die Melanoblasten entstehen bei Horngebilden der Menschen, der Säugetiere und Vögel, dann bei Amphibien und Reptilien an der Grenze zwischen äußerem und mittlerem Keimblatt, von wo dieselben in die Epidermis einwachsen; sie wachsen auch in die tieferen Organe und entstehen bei den drei höheren Wirbeltierklassen auch selbständig in der Tiefe.

4. Das Material, welches zu melanotischem Pigment verarbeitet wird, entstammt dem Blut und ist Hämoglobin, welches in großer Verdünnung in Lymphe und Gewebssaft enthalten ist. Das Hämoglobin wird durch den Lebensprozess der Melanoblasten zu melanotischem Pigment umgewandelt.

5. Die Entstehung von melanotischem Pigment aus Bestandteilen des Kernes oder Umwandlung farbloser Formbestandteile des Protoplasmas ist unbewiesen. Das weiße Pigment der Amphibien (Guanin) kann immerhin aus Nuclein entstehen.

6. Die extracelluläre Bildung von melanotischen Pigment ist bis jetzt nicht nachgewiesen. Was nach Blutungen als extracelluläres goldgelbes Pigment beschrieben wurde ist nicht melanotisches, sondern es sind hämatische Schollen. Echtes melanotisches Pigment kommt zweifellos extracellulär nur beim Zerfall der pigmentierten Zellen vor.

7. Die Uebertragung des Pigments geschieht durch innere protoplasmatische Strömung auf Protoplasmafäden, welche die Melanoblasten mit den Epithelzellen verbinden. Der Ausdruck „Einschleppungstheorie“ ist deshalb besser durch den Ausdruck „Einströmungstheorie“ zu ersetzen.

8. Das Pigment ist wenigstens kurz nach seiner Entstehung ein in einer zähflüssigen farblosen Substanz aufgelöster Körper.

Mit diesen Anschauungen Ehrmann's, der die Melanoblasten als eigene Zellart auffasst, sind indessen nicht nur für die Pathologie und Physiologie neue Gesichtspunkte eröffnet worden. Das Verhalten dieser eigentümlichen Zellen, ihre erste Verteilung an der dorsalen Seite des Embryos führen uns auch zu dem Verständnis der Zeichnungsgesetze, welche von Eimer aufgestellt worden sind. Die ersten Melanoblasten zeigen sich stets auf der dorsalen Fläche des Embryos, sie sind in Reihen angeordnet, welche vom Kopfe bis zum Schwanze verlaufen. Die durch diese Melanoblasten bedingte primitivste Zeichnung des Tieres ist, wie Eimer auf anderen Wege gefunden hat, eine Längsstreifung. Vom Rücken aus breiten sich die Pigmentzellen ventralwärts aus, es entsteht Fleckung; dadurch aber, dass die Melanoblasten mehr und mehr Ausläufer erhalten, bilden sich Verbindungen, welche zu Querstreifen und schließlich zu einer den Körper überziehenden Netzzeichnung führen müssen. Durch dieses Verhalten der Melanoblasten ist aber die volle morphologische Begründung der Zeichnungstheorie Eimer's gegeben, wenigstens soweit sich dieselbe auf Wirbeltiere bezieht. [129]

Dr. Gräfin M. v. Linden.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. April 1899.** **Nr. 7.**

Inhalt: **Klebs**, Ueber den Generationswechsel der Thallophyten. — **Schimper**, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. — **Goebel**, Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegonaten und der Samenpflanzen. — **Krämer**, Palolountersuchungen im Oktober und November 1898 in Samoa. — **Roemer**, Zahnhistologische Studie.

Ueber den Generationswechsel der Thallophyten[1]).

Von **Georg Klebs** in Halle.

Seit den bahnbrechenden Untersuchungen von Hofmeister (1851) ist es in der Botanik allgemein anerkannt worden, dass die Archegoniaten (Moose und Farne) durch eine bestimmte Form des Generationswechsels charakterisiert sind. Sie besteht in dem regelmäßigen Wechsel einer Generation, die die Geschlechtsorgane trägt — des Gametophyten und einer ungeschlechtlichen Generation, die die Sporen erzeugt — des Sporophyten. Ein wesentlicher Unterschied trennt die beiden Abteilungen der Archegoniaten. Bei den Pteridophyten ist der Gametophyt ein zartes rasch vergängliches thallöses Gebilde, der Sporophyt eine reich entwickelte beblätterte Pflanze. Bei den Bryophyten dagegen erscheint der Gametophyt als eine beblätterte Pflanze, während der Sporophyt durch eine blattlose gestielte Kapsel repräsentiert wird, die auf dem Gametophyten gleichsam parasitisch lebt.

Im Gegensatz zu der Uebereinstimmung, welche in der Botanik hinsichtlich des Generationswechsels der Archegoniaten zu herrschen pflegt, steht der lebhafte Kampf widerstreitender Meinungen in Bezug auf den Generationswechsel der niederen Pflanzen, der Thallophyten. Bei diesen handelt es sich in erster Linie darum, ob überhaupt ein

1) Dieser Aufsatz ist eine etwas erweiterte und veränderte Bearbeitung einer Rede, die ich in der botanischen Sektion der britischen Naturforscherversammlung (Bristol) Herbst 1898 gehalten habe.

Digitized by Google

regelmäßiger Wechsel bestimmt charakterisierter Generationen zu beobachten ist; zweitens erhebt sich die Frage, in welcher Beziehung dieser eventuell vorhandene Generationswechsel zu dem der Archegoniaten steht. Ich werde nicht ausführlich hier die mannigfaltigen Anschauungen über diese Frage behandeln; ich will nur kurz diejenigen Ansichten berühren, die prinzipiell von Bedeutung sind.

Die erste klare Durchführung der Idee eines Generationswechsels bei den Thallophyten rührt von Sachs her, der in seinem Lehrbuche (z. B. 4. Ausgabe 1876) bestrebt ist, den Entwicklungsgang von Algen und Pilzen dem Schema anzupassen, das für die Moose angenommen wird. Der Lebensgang von *Vaucheria*, *Mucor*, eines Ascomyceten oder einer Floridee gliedert sich nach Sachs in zwei scharf geschiedene Abschnitte, von welchen der eine durch das Auftreten der Geschlechtsorgane charakterisiert ist, der andere durch das sporenbildende Gewebe, das der befruchteten Eizelle entstammt. Das Mycelium eines *Mucor* mit den Geschlechtsorganen, ebenso der Thallus von *Vaucheria*, einer Floridee repräsentiert das, was wir heute den Gametophyten nennen, der Fruchtkörper der Florideen oder Ascomyceten, die Zygospore von *Mucor*, die Oospore von *Vaucheria* erscheint als die zweite, ungeschlechtliche Generation — der Sporophyt. Der Generationswechsel der Thallophyten ist deshalb nach Sachs wesentlich der gleiche, wie bei den Archegoniaten. Die Vermehrung durch Zoosporen, Conidien etc. entspricht der Vermehrung durch Knospen bei Moosen nnd Farnen und hat keine direkte Beziehung zu dem echten Generationswechsel.

Einen ganz anderen Standpunkt nimmt Pringsheim (1876, 1878) ein. Nach seiner Meinung hat die Frucht eines Ascomyceten, einer Floridee etc. nicht den Wert einer besondern Generation, sondern ist nur als ein sexuell beeinflusster Teil der Mutterpflanze anzusehen. Der wahre Generationswechsel der Thallophyten besteht nach Pringsheim in der regelmäßigen Aufeinanderfolge von unabhängigen, ungeschlechtlichen, sog. neutralen Generationen und einer einzigen geschlechtlichen Generation. So wechseln zoosporenerzeugende Generationen von *Vaucheria* oder *Oedogonium* mit einer Generation ab, die die Geschlechtsorgane trägt. Beide Arten von Generationen haben wesentlich den gleichen Bau; sie unterscheiden sich durch die Art ihrer Fortpflanzung. Nur die erste neutrale Generation, diejenige, welche der befruchteten Eizelle entspringt, zeichnet sich oft durch besondere Eigenschaften vor den folgenden Generationen aus, z. B. bei *Coleochaete*. Bei den Moosen ist die erste ungeschlechtliche Generation auch die einzige, die sich von der Geschlechtsgeneration nach Pringsheim's Auffassung nur durch die kümmerliche vegetative Ausbildung unterscheidet.

Während die Ansichten von Sachs einerseits und von Pringsheim andrerseits sich auszubreiten suchten, tauchten wieder andere auf, die beiden bald mehr bald weniger widersprachen. Vines (1877)

Digitized by Google

meinte, dass die Mehrzahl der Thallophyten überhaupt keinen Generationswechsel besäße, weil die Art der Fortpflanzung, ob geschlechtlich oder ungeschlechtlich, direkt von äußeren Bedingungen abhängig sei. Ein bestimmter Generationswechsel, der dem der Moose vergleichbar wäre, findet sich nach Vines nur bei *Coleochaete* und *Chara*. Celakovsky (1877) dagegen ist mehr in Uebereinstimmung mit Pringsheim, so weit es sich um die Thallophyten handelt, bei denen er auch einen Wechsel neutraler und geschlechtlicher Generationen annimmt. Celakovsky bezeichnet diesen Generationswechsel der Thallophyten als homolog, weil die aufeinanderfolgenden Generationen unter einander gleichwertig sind. In scharfen Gegensatz zu Pringsheim stellt sich Celakovsky in seiner Auffassung des Generationswechsels der Archegoniaten, den er als antithetisch bezeichnet. Bei Moosen und Farnen sind die beiden miteinander abwechselnden Generationen nicht homolog, sondern wesentlich verschieden; die ungeschlechtliche Generation hat phylogenetisch nichts zu thun mit den neutralen Generationen der Thallophyten. Diese Ansicht von Celakovsky blieb anfangs unbeachtet, bis Bower (1890) sie wieder aufnahm und ausführlicher begründete. Bower nimmt an, dass der antithetische Generationswechsel dadurch zu Stande kam, dass die ungeschlechtliche Generation, der Sporophyt, als ein ganz neues Entwicklungsstadium zwischen zwei Gametophyten allmählich eingeschoben wurde und nicht etwa durch Differenzierung einer ursprünglich homologen Generation entstanden ist. Diese Einschiebung eines besonderen Sporophyten erfolgte wahrscheinlich bei den algenähnlichen Vorfahren der Archegoniaten zu jener Zeit, als sie von einem Leben in Wasser zu einem Leben auf dem Lande übergingen. In der Reihe der heute bekannten Thallophyten giebt es neben dem homologen Generationswechsel mehr oder weniger entwickelte Anfänge eines antithetischen Generationswechsels z. B. bei *Coleochaete*, den Florideen und Ascomyceten.

Alle diese verschiedenen Auffassungen von dem Generationswechsel der Thallophyten beruhten auf dem morphologischen Vergleich der bis dahin bekannten Thatsachen des Entwicklungsganges, während das eigentliche Verhalten dieser Organismen in der freien Natur oder in lange fortgesetzten Kulturen sehr wenig in Betracht kam, weil die Kenntnisse darüber sehr gering waren. Doch wird es erst durch solche Beobachtungen möglich zu entscheiden, ob ein Generationswechsel überhaupt stattfindet und wie der mehrfach behauptete Einfluss der Außenwelt den Lebensgang der Thallophyten beeinflusst. Diese Fragen bildeten den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen über die Bedingungen der Fortpflanzung bei den niedern Pflanzen. Die Untersuchung hat sich nach zwei Richtungen zu erstrecken; erstens ist es nötig zu entscheiden, ob ein regelmäßiger Wechsel von freien und unabhängigen Generationen existiert; zweitens ob eine ungeschlecht-

Digitized by Google

liche Generation, die durch besondere Eigenschaften charakterisiert ist, mit Notwendigkeit aus der befruchteten Eizelle entsteht.

Die erste Frage lässt sich nach den Resultaten meiner Untersuchungen dahin beantworten, dass bei keinem genauer geprüften Thallophyten ein regelmäßiger Wechsel neutraler und sexueller Generationen vorkommt. Diese Organismen besitzen zwei oder mehrere Arten der Fortpflanzung, von welchen jede direkt von ganz bestimmten äußeren Bedingungen abhängig ist. Nimmt man irgend ein beliebiges vegetatives Stadium, ein Fadenstück einer *Vaucheria* oder eines *Oedogonium*, ein Mycelstück einer *Sporodinia* oder eines *Eurotium*, so sind in jedem wachstumsfähigen Teile die spezifischen Anlagen für die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung vorhanden. In der freien Natur entscheiden die zufällig herrschenden Bedingungen, welche von den Anlagen zur Entfaltung gelangt und wie die Arten der Fortpflanzung aufeinander folgen, ob bei dem gleichen Individuum oder verteilt auf verschiedene Individuen. Eine genaue Kenntnis der notwendigen Bedingungen verleiht dem Forscher die sichere Herrschaft über den Organismus, der beliebig zu irgend einer der Fortpflanzungsweisen gezwungen werden kann, deren er gemäß seiner spezifischen Natur überhaupt fähig ist. Je reicher der Organismus in dieser Beziehung ausgestattet ist, um so verwickelter wird das Problem der Untersuchung; aber das Verhalten ist im Prinzip das Gleiche wie bei den einfacheren Formen. Bei *Saprolegnia* können wir vier Arten der Vermehrung unterscheiden: 1. durch einfaches Mycelwachstum resp. durch einzelne abgerissene Mycelstücke, 2. durch Zoosporen, 3. durch Oosporen, 4. durch Gemmen. Die Bedingungen für jede der Fortpflanzungsweisen sind etwas verschieden, und es wird dadurch möglich, wie meine neuern Untersuchungen zeigen, den Pilz nach Belieben zu irgend einer dieser Formen der Fortpflanzung zu nötigen.

Die von den Eltern auf die Nachkommen vererbten Anlagen der verschiedenartigen Fortpflanzungsweisen sind bei den Thallophyten wie *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Sporodinia*, *Saprolegnia* etc. ganz gleichwertig, d. h. es liegt nicht in der inneren Struktur der Zelle oder der spezifischen Organisation der Anlage irgend ein Grund dafür vor, dass eine der Anlagen von sich aus früher oder später als die andern entwicklungsfähig wäre. Dagegen können sehr wohl je nach den Species die besondern äußern Bedingungen, welche für die Entwicklung notwendig sind, sich leichter oder schwerer verwirklichen lassen, sei es in der freien Natur, sei es im Laboratorium. Vor allem ist die geschlechtliche Fortpflanzung oft von verwickelteren Bedingungen abhängig als die ungeschlechtliche. Während beide ohne Schwierigkeit bei *Sporodinia* hervorgerufen werden können, ist es bei anderen Mucorineen sehr schwierig, die Zygoten überhaupt zu sehen. Bei dem gemeinen und leicht kultivierbaren *Mucor racemosus* sind alle meine Versuche, die

Digitized by Google

Bildung der Geschlechtsorgane zu veranlassen, misslungen, weil ich die besonderen Bedingungen nicht zu erkennen vermochte.

In den Arbeiten Brefeld's ist oft der Gedanke ausgesprochen und experimentell geprüft worden, einen Pilz durch Kultur in sehr zahlreichen conidienbildenden Generationen schließlich zu seiner höheren Fruchtform zu bringen. Diese Idee hängt mit der Ansicht Brefeld's zusammen, dass für das Auftreten der Fruchtformen bei den Pilzen innere Ursachen wesentlicher sind als äußere. Wenn man auf dem Standpunkt steht, so wäre es denkbar, dass die fortgesetzte Vermehrung, mit Hilfe der Conidien, allein genügte, um mit innerer Notwendigkeit nach so und so viel Generationen die eigentliche Fruchtform hervorzurufen. Aber das thatsächliche Resultat der Reihenkulturen Brefeld's, ob positiv oder negativ, war unter allen Umständen ein zufälliges. Die Versuche würden nur dann die Ansicht Brefeld's beweisen, wenn die äußern Bedingungen in allen den zahlreichen Reihenkulturen immer die gleichen gewesen wären. Da aber Brefeld, nach den spärlichen Andeutungen seiner Kulturmethoden zu urteilen, nicht auf die Konstanz aller äußeren Bedingungen geachtet hat, so wird es eben Sache des Zufalls gewesen sein, ob sie die gleichen geblieben waren oder in solcher Weise variiert hatten, dass die zweite Form der Fortpflanzung an Stelle der ersten trat. Jedenfalls darf ich behaupten, dass, wenn bei Pilzen wie *Sporodinia*, *Saprolegnia*, *Ascoidea*, *Eurotium* diejenigen äußeren Bedingungen konstant erhalten wurden, welche für eine der Fortpflanzungsweisen charakteristisch sind, auch immer nur diese zur Entwicklung kam. Bisher hat weder ein vegetatives Wachstum von noch so langer Dauer, noch die fortgesetzte Vermehrung in der einen Form notwendig zu dem Auftreten der anderen geführt.

Schon heute kann man den Ausspruch wagen, dass die Mehrzahl der Algen und Pilze sich gleich jenen Arten verhalten wird, die bis jetzt geprüft worden sind, nur dass die Art der Abhängigkeit der jedesmaligen Fortpflanzung von den äußeren Einflüssen außerordentlich bei den einzelnen Species variieren wird. Nach unserer heutigen Kenntnis sind als wirkende Faktoren Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Sauerstoff, chemische Zusammensetzung des ernährenden Mediums nachweisbar; es ist leicht einzusehen, wie damit bereits ein großer Reichtum mannigfacher Kombinationen von äußeren Reizen gegeben ist, die die formbildenden Prozesse in Bewegung setzen.

Die weitere Forschung wird lehren, welch' eine Fülle bisher ungeahnter Beziehungen zwischen Außenwelt und organischem Leben hierbei zu entdecken ist.

Trotz alledem besteht die Möglichkeit, dass bei gewissen Species ein regelmäßiger Wechsel neutraler und sexueller Generationen existiert. So könnte es für die Florideen gelten, bei denen die Tetrasporen und Carposporen in der Regel auf besonderen Individuen gebildet werden.

Diese Thatsache beweist für sich allein noch nichts, da ihr die andere Thatsache gegenübersteht, dass beide Arten der Fortpflanzung auch auf dem gleichen Individuum vorkommen. Die Frage bleibt offen, ob nicht die Tetrasporen zu andern Zeiten oder gleichzeitig, aber auf anderen Individuen erscheinen als die Carposporen, weil die äußeren Bedingungen für beide sehr ungleich sind. Die Frage kann nur durch lang fortgesetzte Kulturen der Florideen unter genau bekannten Bedingungen entschieden werden. Voraussichtlich wird die Antwort nicht anders ausfallen als bei den übrigen vorhin besprochenen Algen.

Ein Generationswechsel im Sinne Pringsheim's scheint auf den ersten Blick viel auffallender bei gewissen parasitischen Pilzen, wie den Uredineen, aufzutreten. Wenn wir die ungelöste Frage nach dem Vorkommen einer geschlechtlichen Fortpflanzung bei Seite lassen, so lehren doch die Beobachtungen und Versuche unzweifelhaft, dass das Leben eines Pilzes wie *Puccinia graminis* notwendig in dem Wechsel zweier unabhängiger Generationen besteht, die besondere Wirte verlangen und von denen die eine Teleutosporen, die andere Aecidien erzeugt. Dazu kommen noch die Nebenfruchtformen der Uredosporen und der Spermogonien. Thatsächlich haben wir hier eine Art des Generationswechsels, wie sie in analoger Weise bei niederen Tieren zu beobachten ist; es liegt auch kein Grund vor, den Ausdruck zu vermeiden, wenn man den wirklichen Verhältnissen in der freien Natur Rechnung trägt. Dennoch würde man fehl gehen, diesen Generationswechsel so aufzufassen, als wäre er ein wesentlich neuer Prozess, der prinzipiell etwas anderes bedeute, als was bei den einfach di- oder polymorphen Pilzen vorkommt. Es giebt unter den Uredineen in der gleichen Gattung *Puccinia* andere Arten, die alle ihre Sporenformen an der gleichen Wirtpflanze auf demselben Mycelium bilden. Nach meiner Ansicht sind die äußeren Bedingungen für jede der einzelnen Fortpflanzungsweisen einer solchen Uredinee ungleichartig, und der regelmäßige Wechsel der Sporenformen erklärt sich daraus, dass mit der Entwicklung der Wirtpflanzen sowie dem Wechsel der Jahreszeiten in der Umgebung des Pilzes Veränderungen notwendig verbunden sind, die als direkte Anlässe für die Entstehung der verschiedenen Sporenformen wirken. Wenn z. B. *Uromyces Polygoni* auf der jungen Wirtpflanze (April, Mai) Aecidien, auf der ältern (Juni) Uredosporen, noch später (bis in den Winter) Teleutosporen hervorbringt, so steht dieser Wechsel der Sporenformen in engstem Zusammenhange mit der andersartigen inneren Beschaffenheit der jungen, älteren und alten *Polygonum*-Pflanze. Außerdem können auch die Veränderungen des Klimas im Laufe der Vegetationszeit direkt den Pilz beeinflussen. Bei den heteroecischen Uredineen sind nun die speziellen Bedingungen für die einzelnen Sporenformen noch viel stärker verschieden, so dass ganz andere Wirtpflanzen notwendig sind, um das Mycelium zur Bildung

Digitized by Google

von Aecidien oder von Teleutosporen zu bringen. Die Zeit wird hoffentlich nicht mehr ferne sein, wo diese Bedingungen genauer erkannt sein werden, wo es dann auch möglich sein wird, die Uredineen auf künstlichen Substraten zu ziehen. Dann wird es sich zeigen, ob sich diese Parasiten nicht gleich den anderen Pilzen verhalten, und ob nicht auch bei ihnen die verschiedenen Fruchtformen auf demselben Mycelium und in beliebiger Reihenfolge hervorgerufen werden können. Ein großes Hindernis für die Kultur der Uredineen liegt in unserer Unkenntnis der chemischen Zusammensetzung ihrer Wirtpflanzen. Wir wissen nichts von den für die Species charakteristischen Substanzen, welche, abgesehen von den gewöhnlichen Nährstoffen wie Zucker, Eiweißsubstanzen etc., sicherlich von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung der Parasiten sind.

In allen den bis jetzt erwähnten Fällen handelt es sich um den Wechsel von mehreren Generationen, von denen jede durch eine besondere Fortpflanzung ausgezeichnet ist. Bei den einzelligen Thallophyten fällt die ungeschlechtliche Vermehrung mit der vegetativen Zellteilung zusammen. Die Fortpflanzung der Desmidiaceen, Diatomeen durch Teilung entspricht der der Chlamydomonaden durch bewegliche vegetative Zellen. Bei allen diesen Organismen erfolgt der Geschlechtsprozess nach einer Reihe von Teilungen. Naegeli (1884) schließt diese Erscheinung in seinen Begriff des Generationswechsels ein und dehnt ihn sogar auf die Bakterien aus, bei welchen nach einer Reihe von Teilungsgenerationen der Zyklus durch die Bildung der Endosporen geschlossen wird. Wenn man den Ausdruck Generationswechsel auf die Organismen mit di- oder polymorpher Fortpflanzung beschränken will, so könnte man bei den einzelligen Thallophyten von einer Art Sprosswechsel sprechen.

Unter allen Umständen, gleich welchen Namen man der Sache giebt, muss man bei diesen Organismen die gleichen Fragen stellen, wie bei den dimorphen Thallophyten; man muss fragen, ob eine mehr oder weniger bestimmte Anzahl von Zellgenerationen durchlaufen werden muss, damit die Bildung der höheren Fruchtform eintreten kann. Für den *Bacillus anthracis* hat bereits Buchner (1890) den Beweis geliefert, dass diese Bakterie sich beliebig lange durch Teilung fortpflanzen lässt, und dass in jedem Augenblick die Bildung der Sporen durch äußere Umstände herbeigeführt werden kann. Schreiber (1896), der die Bedingungen der Sporenbildung bei mehreren Bakterien genauer untersucht hat, konnte noch deutlicher den Nachweis führen, dass die Sporenbildung immer als direkte Folge bestimmter äußerer Einflüsse eintritt. Ausgehend von der keimenden Spore konnte er schon nach der 3. Teilung von neuem Sporenbildung veranlassen. Bei *Chlamydomonas* vermochte ich mit Sicherheit zu zeigen, dass die Zellen sich durch zahllose Generationen vegetativ fortpflanzen können, dass aber

Digitized by Google

zu jeder Zeit leicht der Geschlechtsprozess hervorzurufen ist, sowie man nur die dafür nötigen äußeren Bedingungen wirken lässt. Sehr wahrscheinlich verhalten sich ebenso die Desmidiaceen, von denen sich einzelne Species sicher viele Wochen nur durch Teilung fortpflanzen lassen, während sie von Anfang an zum Geschlechtsprozess genötigt werden können.

Dagegen hat es allen Anschein, dass die Diatomeen einen notwendigen Generationswechsel besitzen, ähnlich wie nach den Forschungen von Maupas die Ciliaten unter den Infusorien. Nach der von Pfitzer (1871) ausführlich begründeten Theorie vermögen die Zellen der Diatomeen, deren verkieselte Zellwand aus zwei ineinander geschachtelten Hälften besteht, nicht in der Richtung zu wachsen, die häufig als Längsaxe bezeichnet wird. Die Folge dieser Organisation ist, dass bei jeder Teilung, die sich stets in der Richtung dieser Längsaxe vollzieht, die eine Tochterzelle die Länge der Mutterzelle erhält, die andere um die Dicke der Zellmembran kleiner wird. Bei fortgesetzter Teilung müssen immer kleinere Zellen entstehen, bis nach Erreichung eines gewissen Minimums der Prozess der Auxosporenbildung eintritt, durch den die ursprüngliche Maximallänge wieder erlangt wird. Diese allgemein anerkannte Theorie ist durch die Untersuchungen von Miquel (1892) noch gestützt worden. Miquel kultivierte eine Anzahl Diatomeen auf künstlichen Nährböden und beobachtete in den aufeinanderfolgenden Generationen eine allmähliche Abnahme der Größe, bis schließlich die Auxosporenbildung sehr reichlich erfolgte. So erscheint die Ansicht genügend begründet zu sein, dass bei den Diatomeen die Auxosporenbildung als notwendige Folge der inneren Organisation nach einer mathematisch genau bestimmbaren Zahl von Teilungen eintritt, während die äußeren Bedingungen keine entscheidende Rolle dabei spielen. Dennoch sollte man nicht vergessen, dass diese Theorie noch einer weiteren Begründung sehr bedarf. Der Hauptpunkt in der ganzen Frage liegt darin, ob die Zellwand bei der Tochterzelle wirklich keine Zunahme erfährt. Pfitzer selbst macht darauf aufmerksam, dass ein solches Wachstum der Zellwand bei gewissen Species vorkommt, wenn es auch keine Bedeutung haben soll für die bei der Teilung eintretende Verkleinerung. Es sollte aber einmal durch genaue Messungen an sich teilenden Zellen nachgewiesen werden, ob nicht ein Wachstum wenigstens der einen von den neu zu bildenden Zellwandhälften stattfindet. Eine nur sehr geringe Vergrößerung dieser würde vollständig genügen, die Größendifferenz der beiden Tochterzellen zu beseitigen. Man müsste ferner die bisher gänzlich unerforschte Wirkung äußerer Einflüsse auf die Teilung kennen lernen. Denn es wäre sehr möglich, dass unter gewissen äußeren Bedingungen ein Wachstum in der Längsrichtung stattfindet, unter anderen dagegen nicht. Die von Miquel und anderen

Digitized by Google

hervorgehobene Thatsache, dass durchaus nicht immer die kleinsten Zellen Auxosporen bilden, sondern vielfach auch Zellen mittlerer Größe, verdient Beachtung. Noch wichtiger sind die Beobachtungen von Karsten (1897), dass *Melosira nummuloides* einfach durch Wechsel des Wassers zur Auxosporenbildung gebracht werden konnte, und dass bei *Achnanthes longipes* die eingeleitete Konjugation durch vegetatives Wachstum ersetzt wurde, als die Zellen einer niederen Temperatur ausgesetzt wurden. Wenn wir einmal annehmen, dass bestimmte äußere Verhältnisse Längenwachstum bei der Teilung bedingen, andere Auxosporenbildung erregen, so könnten die früheren Beobachtungen über die relative Kleinheit der Auxosporen-bildenden Zellen in anderer Weise, als bisher angenommen wird, erklärt worden.

Bei vielen Thallophyten, z. B. Desmidiaceen, *Spirogyra*, *Chlamydomonas* u. a., gilt die Regel, dass in dem Vorbereitungsstadium für die geschlechtliche Fortpflanzung das Wachstum abnimmt oder aufhört, die Teilung aber fortgeht, infolge dessen immer die relativ kleinsten Zellen verschmelzen. So könnte es auch bei dem Prozess der Auxosporenbildung der Fall sein, und die Kleinheit der Zellen würde weniger die Ursache der Auxosporenbildung sein, als eine Wirkung jener äußeren Bedingungen, die den Prozess veranlassen. Ich betone diese Möglichkeit, weil die bisherigen Beobachtungen sie in keiner Weise ausschließen, vor allem aber thue ich es, um die Aufmerksamkeit auf die notwendige Forderung zu lenken, dass die Lebensbedingungen der Diatomeen mit Hilfe von Reinkulturen und unter Anwendung physiologischer Methoden erforscht werden sollten. Wie auch die Entscheidung ausfallen möge, so wird die Lebensgeschichte dieser Algen ebensowenig wie die der andern bisher erwähnten Thallophyten irgend etwas beitragen, den gänzlich verschiedenartigen Generationswechsel der Archegoniaten zu erklären.

Aber es entsteht jetzt die Frage, ob nicht bei manchen Thallophyten eine andere Form des Generationswechsels existiert, welche nähere Beziehungen zu demjenigen der Archegoniaten aufweist.

Die befruchtete Eizelle entwickelt sich nach den Angaben der Beobachter bei gewissen Arten in ganz bestimmter Weise; so keimt z. B. die Zygospore einer Mucorinee, die Oospore von *Vaucheria* oder *Saprolegnia* unter Bildung eines kurzen Schlauches, der direkt ein *Sporangium* trägt. Pringsheim spricht in einem solchen Falle von der ersten neutralen Generation; man könnte sie aber auch als die eigentliche sporenbildende Generation auffassen, entsprechend dem Sporophyten der Moose. Eine genauere Untersuchung zeigte mir (1892), dass eine Oospore von *Vaucheria* keine irgendwie erblich fixierte Neigung besitzt, ein *Sporangium* zu bilden. Sie erzeugt zuerst einen kurzen Keimschlauch, der entweder fortgehendes vegetatives Wachstum zeigen kann oder sofort zur Zoosporenbildung übergehen oder sehr bald Ge-

Digitized by Google

schlechtsorgane entwickeln kann; das hängt allein von äußeren Bedingungen ab. Aehnliches gilt für die Oosporen von *Saprolegnia*, wie bereits de Bary (1881) nachgewiesen hat, ebenso für die Zygosporen von Mucorineen nach van Tieghem (1876). Es hat keinen Sinn bei diesen Formen von einem Sporophyten oder überhaupt einem Generationswechsel zu sprechen, da die Bildung von Sporangien nicht einen besonderen Charakter der keimenden Oosporen vorstellt, sondern unter den gleichen äußeren Bedingungen jedem beliebigen vegetativen Fadenstück zukommt.

Diese Pflanzen verhalten sich im Prinzip nicht anders wie die Desmidiaceen oder die Fucaceen, bei denen die befruchtete Eizelle mehr oder weniger direkt in den Thallus übergehen muss, weil eine besondere ungeschlechtliche Fortpflanzung überhaupt nicht vorhanden ist.

Anders liegt vielleicht die Sache bei gewissen Arten, bei denen die Keimung der Oosporen in besonderer Weise verläuft. Die Zygoten von *Hydrodictyon* zeigen nach den Untersuchungen Pringsheim's (1860) eine sehr eigentümliche Keimung, indem nach vorhergehendem Wachstum Zoosporen gebildet werden, die sich in der Größe und Form von den gewöhnlichen Zoosporen der gleichen Alge unterscheiden. Sie bilden, zur Ruhe gekommen, polyederartige Zellen, aus denen dann erst junge Netze hervorgehen. Es wäre möglich, dass die Polyeder unter besonderen Umständen gleich geschlechtliche Gameten bildeten. Vielleicht könnten auch die Zygoten direkt zur Polyederbildung übergehen. Nichtsdestoweniger würde auch dann die interessante Thatsache bestehen bleiben, dass die Zygoten von *Hydrodictyon*, die durch besondere Eigenschaften ausgezeichneten ungeschlechtlichen Zoosporen zu erzeugen vermögen. Diese erscheinen als ein neu eingeschobenes Glied des Entwicklungsganges, dessen phylogenetische Herleitung nicht möglich ist, da selbst bei der einzigen näher verwandten Gattung *Pediastrum* etwas Aehnliches nicht bekannt ist. Bei andern genauer erforschten einzelligen Algen findet man ebensowenig irgend eine Andeutung einer ähnlichen Entwicklung.

Dagegen zeigen einige Fadenalgen bei der Keimung der geschlechtlich erzeugten Oospore Vorgänge, die dieser Lebensstufe mehr oder weniger eigentümlich sind und insofern an *Hydrodictyon* erinnern. Die keimende Oospore von *Oedogonium* bildet nach Pringsheim (1858) vier Zoosporen, die allerdings in ihrem Bau, abgesehen von der Rotfärbung, den gewöhnlichen Zoosporen gleichen. Das Eigenartige liegt nur in der Vierteilung, da sonst die Zoosporen einzeln in jeder Zelle entstehen. Diese Art der Keimung ist nicht unumgänglich notwendig, da die Oospore auch direkt in einen Faden auswachsen kann, aber immerhin ein besonderer Charakter der Oospore. Bei *Sphaeroplea annulina* entstehen nach Cohn (1855) aus der Oospore 4 oder 8 Zoosporen, die im vegetativen Leben der Alge später nicht mehr auftreten.

Digitized by Google

Vielleicht werden sie doch, wenn auch nur unter bisher nicht bekannten Bedingungen, gebildet; möglicherweise liegt hier eine Rückbildung eines früher verbreiteteren Prozesses vor. Am meisten besprochen ist die Keimung der Oosporen von *Coleochaete*, die nach Pringsheim sich vegetativ teilen und eine mehrzellige Scheibe bilden, deren Zellen dann je eine Zoospore erzeugen. Diese Zoosporen wachsen zu dem für die Species charakteristischen Thallus aus. Sie unterscheiden sich anscheinend in keiner nachweisbaren Eigenschaft von den späteren Zoosporen, und es ist überhaupt die Frage, ob sie irgendwie regelmäßig aus der Oosporenscheibe hervorgehen oder nur zufällig, d. h. nur unter den für die Zoosporenbildung überhaupt maßgebenden Bedingungen. Jede vegetative Zelle von *Coleochaete* ist im Stande, eine Zoospore zu bilden, warum also nicht die Zellen der Oosporenscheibe?

Der wesentliche Grund für den Vergleich von *Coleochaete* und den Moosen würde aber gerade darin liegen, dass die befruchtete Eizelle nach kürzerer oder längerer Zeit spezifisch gestaltete Fortpflanzungszellen entwickelt. Wie Scott (1896) schon richtig hervorgehoben hat, fehlt bei *Oedogonium* wie bei *Coleochaete* bisher der Nachweis dieses Vergleichungsmomentes. Wenn dieser Nachweis nicht zu erbringen ist, so wird man nur sagen dürfen, dass bei diesen Algen die ersten Teilungen einer keimenden Oospore in etwas anderer Weise verlaufen als später, d. h. dass diese Algen eine Art von Jugendstadium durchmachen. Der Ausdruck Pringsheim's, der von einer ersten neutralen Generation spricht, sollte vermieden werden, da er mit der falschen Voraussetzung zusammenhängt, dass diese Algen einen Wechsel neutraler und sexueller Generationen besitzen.

In viel auffallenderem Grade beobachtet man ein solches Jugendstadium bei der keimenden Oospore von *Chara*. Vines (1878) hat bei dieser Gattung einen Generationswechsel angenommen, indem er den Proembryo der ganzen ungeschlechtlichen Generation der Moose gleichstellt. Aber mit Recht ist diese Anschauung nicht anerkannt worden, weil ein vorübergehendes Jugendstadium nicht einer Generation verglichen werden kann, wenn man überhaupt einen bestimmten Begriff mit diesem Ausdruck verbinden will. Dieser Proembryo von *Chara* entspricht mehr dem Protonema der keimenden Moosspore oder dem Vorkeim von *Batrachospermum*, obwohl in diesen Fällen das Jugendstadium viel selbständiger und eigenartiger entwickelt ist, so dass man eher von einer besonderen Generation sprechen dürfte. Doch ist es besser den Ausdruck nicht anzuwenden, da das Eigenartige nur in der Art des vegetativen Wachstums liegt.

In seiner neuesten Besprechung des Generationswechsels weist Bower (1898) darauf hin, dass die Untersuchung der Reduktions-Erscheinungen des Zellkerns vielleicht neues Licht auf den Zusammenhang von Chlorophyceen und Archegoniaten werfen werde. Durch

Digitized by Google

Overton (1893) und Strasburger (1894) ist es bekannt geworden, dass bei der ungeschlechtlichen Generation der Moose und Farne der Zellkern in allen Zellen die doppelte Zahl von Chromosomen einschließt als wie in den Zellen der Geschlechtsgeneration. Die Reduktion um die Hälfte erfolgt in den Mutterzellen der ungeschlechtlichen Sporen. Wenn in der keimenden Oospore von *Oedogonium*, *Coleochaete* etc. vor der Bildung der Zoosporen eine Reduktion der Chromosomenzahl eintreten würde, so würde damit die Ansicht gestützt werden, dass die aus der Oospore entstehenden Zellen den Sporen der Moose entsprächen. Bisher ist eigentlich nur ein Fall in Bezug auf das Verhalten der Chromosomen genauer untersucht worden, nämlich *Fucus*, nebst den verwandten Formen. Hier findet nach Farmer und Williams (1896 und 1898) die Reduktion der Chromosomenzahl um die Hälfte in den jungen Oogonien statt; die keimende Oospore hat schon dieselbe Zahl von Chromosomen, die in den vegetativen Zellen vorkommt. Eher könnte man die Beobachtungen Klebahn's (1891) über die Zygoten der Desmidiaceen heranziehen, deren Zellkern bei der Keimung sich zweimal hintereinander teilt. Die Zygote zerfällt dann in zwei Zellen mit je zwei Zellkernen, von denen der eine, der „Kleinkern", verschwindet.

Es ist aber sehr die Frage, ob dieser Vorgang irgend etwas mit der Reduktion der Chromosomen zu thun hat; vielleicht handelt es sich nur um ursprünglich angelegte Teilsprösslinge der Zygotenzelle, die bei den untersuchten Desmidiaceen nicht mehr zur Ausbildung gelangen, sondern frühzeitig rückgebildet werden. Aller Voraussicht nach wird die Reduktion der Chromosomen, wenn sie überhaupt bei den niederen Formen überall notwendig ist, bald vor, bald nach der Befruchtung erfolgen, ohne dass daraus bindende Schlüsse über das Vorkommen oder Fehlen des Generationswechsels gezogen werden dürften.

Neben den Chlorophyceen wie *Coleochaete* etc. sind es die Florideen und Ascomyceten, deren Lebensgang seit Sachs mit dem Generationswechsel der Moose verglichen worden ist, weil bei beiden Thallophytengruppen die befruchtete Eizelle eine komplizierte Entwicklung durchläuft, deren letztes Ziel die Bildung von besonders gestalteten Vermehrungszellen, der Sporen, ist. Nach den Forschungen von Schmitz (1886) und neuerdings von Oltmanns (1898) entsteht die Frucht der Florideen infolge der innigen Vereinigung der befruchteten Eizelle mit bestimmten Zellen der Mutterpflanze, den sogen. Auxiliarzellen. Bei höher entwickelten Formen, z. B. *Callithamnion*, vereinigt sich nach Oltmanns nur ein Teil der befruchteten Eizelle — der Zellkern nebst einigem Plasma — mit einer großen Auxiliarzelle zu einer neuen Zelleinheit, wobei der Kern der Auxiliarzelle selbst als anscheinend funktionslos bei Seite geschoben wird. Diese neue Zelle, von welcher die

Digitized by Google

Wandung wie der größere Teil des Plasmas der Mutterpflanze angehört, wird durch die in ihr enthaltene „Eienergide“ veranlasst, die Sporen zu bilden. Bei anderen Formen sorgt die Mutterpflanze noch für eine besondere Umhüllung der sporenerzeugenden Zellen. Oltmanns vergleicht das Verhältnis der Eizelle zur Mutterpflanze demjenigen eines Parasiten zur Wirtpflanze und sieht darin eine Bestätigung der Ansicht, dass die Frucht der Florideen dem Sporogonium der Moose entspricht. Man kann den Thatbestand aber auch durch den Satz bezeichnen, dass die Frucht der Florideen ein Produkt der Mutterpflanze ist, nachdem diese durch die befruchtete Eizelle angeregt worden ist. Pringsheim wenigstens würde in der weitgehenden Abhängigkeit der Fruchtbildung von der Mutterpflanze eine wesentliche Stütze für seine Ansicht finden, dass die Frucht der Florideen nicht den Wert einer besonderen ungeschlechtlichen Generation besitzt. Schließlich handelt es sich hier um subjektive Auffassungen. Eine gewisse Analogie besteht wohl sicher in der Entwicklung der Florideenfrucht und dem Moossporogonium, namentlich, wenn man die einfacheren Florideen mit den einfacheren Lebermoosen vergleicht. Aber ein wichtiger Unterschied offenbart sich, wenn man den Entwicklungsgang der verschiedenen Formen innerhalb der beiden Reihen verfolgt. Bei den Moosen tritt in der aufsteigenden Reihe der Formen das Bestreben hervor, das Sporogonium selbst als unmittelbares Erzeugnis der befruchteten Eizelle höher zu differenzieren und zugleich in seiner Ernährung von der Mutterpflanze unabhängiger zu machen. Bei den Florideen herrscht dagegen die entgegengesetzte Tendenz, die Entwicklung der Eizelle immer abhängiger von der Mutterpflanze zu gestalten und die höhere Differenzierung durch wesentliche Mithilfe der Mutterpflanze zu erreichen. Dazu kommt noch, dass bei gewissen Formen, z. B. *Batrachospermum*, nach Davis (1896), die Bedeutung der Befruchtung selbst, zurücktritt, da der Kern des Spermatiums zwar noch in das weibliche Empfängnisorgan eindringt, aber nicht mehr mit dem Eikern verschmilzt.

Noch viel schwieriger als bei den Florideen erscheint bei den Ascomyceten die Entscheidung der Frage nach dem Generationswechsel. Trotz der großen Unterschiede, die sich in der Bildungsweise der Ascus-Frucht bei den verschiedenartigen Gruppen darbieten, wird man doch de Bary folgen müssen und die ganze Abteilung als einheitlich und von gemeinsamem Ursprung auffassen müssen. Doch sollte man die Ascomyceten nicht von den Phycomyceten herleiten, sei es von den Peronosporeen oder Mucorineen, vielmehr sie als eine Abteilung bezeichnen, die mit ihren einfachsten Formen ihre Wurzeln in der niedrigsten Pilzklasse der Archimyceten findet, zu denen die Chytridien und andere noch wenig bekannte Organismen gehören. Innerhalb der so reich entwickelten Klasse der Ascomyceten treten mannigfache Be-

Digitized by Google

ziehungen zu anderen Pilzen auf, z. B. zu den Phycomyceten, Hymenomyceten, Gastromyceten, sogar zu Algen wie den Florideen etc. Wir haben es hier mit Analogien zu thun, die ihre letzten Gründe vielleicht darin finden, dass die Vorfahren in manchen Richtungen nur eine beschränkte Zahl von Entwicklungsmöglichkeiten besaßen und dass bestimmte Kombinationen äußerer Einflüsse bei verschiedenen Anlagen doch ähnliche Strukturen herbeiführten. Trotz aller dieser Analogien bleibt der wesentliche Charakter der Ascomyceten, der in der Ascusbildung liegt, bewahrt und seine Bedeutung wird auch nicht dadurch eingeschränkt, dass die Entstehungsweise der Ascusfrucht große Verschiedenheiten aufweist. Selbst der so lebhaft umstrittenen Frage, bezüglich der Sexualität, kann kein so großes Gewicht beigelegt werden. Wir sehen bei niedern Formen, dass das wesentliche Ziel der Entwicklung die Bildung bestimmter Zellen, der Sporen, ist, dass dagegen die Art und Weise, wie sie entstehen, ob geschlechtlich oder ungeschlechtlich, weniger wichtig ist. Gewiss sind mit der geschlechtlichen Fortpflanzung bestimmte, für uns nicht schärfer erkennbare Vorteile verbunden, die die allgemeine Verbreitung der Sexualität bereits bei den höheren Algen bedingen. Aber daraus folgt nicht, dass diese Vorteile nicht bei Organismen, wie den Pilzen, auf anderem Wege unter besonderen Lebensbedingungen erreicht werden könnten. Nach unseren heutigen Kenntnissen, an die wir uns zunächst halten müssen, ist weitaus die überwiegende Masse der Pilzspecies rein ungeschlechtlich, wenn auch teils ganze Gruppen, teils einzelne Species Sexualität besitzen. Schon bei den einfachsten Ascomyceten wie *Endomyces*, *Ascoidea*, den Euasceen entstehen nach Brefeld's Untersuchungen die Asci als direktes Produkt der Mutterpflanze ohne eine Andeutung eines sexuellen Vorganges. Bei *Dipodascus*, der der *Ascoidea* nahe verwandt ist, geht der Ascusbildung nach Lagerheim (1892) ein Verschmelzungsprozess voraus. Unter den höheren Ascomyceten kennt man den Befruchtungsvorgang bei *Sphaerotheca* nach Harper (1895) und bei den Laboulbeniaceen nach Thaxter (1895); dazu kommen noch einige unsichere Fälle bei *Peziza*, *Collema* etc. Wenn man sich die Frage stellt, inwieweit ein Generationswechsel bei den Ascomyceten vorkommt, so wird die Antwort verschieden ausfallen, je nachdem man den eben erwähnten Fällen eine beschränktere oder eine allgemeinere Bedeutung beilegt. Bei *Sphaerotheca*, den Laboulbeniaceen kann man von einem Generationswechsel, wie bei den Florideen, sprechen, da die befruchtete Eizelle eine besondere Entwicklung erfährt, deren Zweck die Bildung ungeschlechtlicher Sporen ist. Man kann nun weiter den anderen Ascomyceten einen entsprechenden Generationswechsel zuschreiben, indem man sie phylogenetisch von den sexuellen Formen ableitet, welche Annahme bei manchen Species durch das Vorkommen anscheinend verkümmerter weiblicher Organe

Digitized by Google

berechtigt erscheint. Aber da bereits viele der einfacheren Ascomyceten rein ungeschlechtlich sind, so ist die andere Ansicht mindestens ebenso berechtigt, dass viele, vielleicht die meisten höheren Ascomyceten gerade von solchen ungeschlechtlichen Formen abstammen. In allen diesen Fällen würde es sich nicht um einen Generationswechsel wie bei den Moosen handeln, sondern um eine direkte Ascusbildung an dem Muttermycelium, wobei die Entwicklung vom ersten Beginn bis zur Reife der Ascusfrucht bald einfacher, bald verwickelter erfolgt.

Ueberblickt man das durchlaufene Gebiet der Thallophyten, so kann man in Bezug auf die Frage nach dem Vorkommen eines Generationswechsels folgende Gruppen unterscheiden:

1. Die Mehrzahl der Algen und Pilze hat zwei oder mehr Arten der Fortpflanzung, von denen jede notwendig von bestimmten äußeren Bedingungen abhängig ist, die für die Species charakteristisch sind. Je nach diesen Bedingungen sei es in der freien Natur, sei es in der Kultur, zeigen sich die Fortpflanzungsarten auf dem gleichen Individuum oder auf verschiedenen Individuen, für sich allein oder in beliebiger Aufeinanderfolge. Die befruchtete Eizelle bei den geschlechtlichen Formen verhält sich bei ihrer Keimung nicht wesentlich verschieden von irgend einer anderen Fortpflanzungszelle. In allen diesen Fällen liegt kein Grund vor von einem Generationswechsel zu sprechen.

2. Bei gewissen Parasiten, z. B. den heteroecischen Uredineen, verläuft die Entwicklung der Species in einer regelmäßigen Aufeinanderfolge verschiedener Individuen mit besonderer Fortpflanzungsweise. Man kann hier von einem Wechsel mehrerer durch ihre Fortpflanzung charakterisierter Generationen sprechen. Es würde in diesem Fall ein Wechsel homologer Generationen im Sinne von Celakovsky und Bower bestehen. Sehr wahrscheinlich besitzen auch diese Pilze nur eine di- oder polymorphe Fortpflanzung wie die Thallophyten der Gruppe 1 mit der Einschränkung, dass die äußeren Bedingungen für einige der Fortpflanzungsformen so verschieden sind, dass diese nach der bisherigen Erfahrung nur auf gesonderten Wirtpflanzen zur Ausbildung gelangen können.

3. Bei den einzelligen Diatomeen existiert gemäß der heute herrschenden Theorie über die Ursachen der Auxosporenbildung ein Generationswechsel in dem Sinne, dass nach einer bestimmten Zahl der durch Teilung entstandenen Zellgenerationen die Bildung der Auxosporen mit innerer Notwendigkeit erfolgt. Aber diese Theorie bedarf einer gründlichen Nachprüfung, da es sehr möglich ist, dass die Bildung der Auxosporen wie die der Zygoten von Desmidiaceen wesentlich durch äußere Einflüsse bedingt ist. In diesem Falle würden auch die Diatomeen zu der Gruppe 1 gehören.

4. Bei den Florideen nnd einer Anzahl Ascomyceten, die an und für sich di- oder polymorphe Fortpflanzung besitzen, erfährt die be-

Digitized by Google

fruchtete Eizelle oder eine ihr homologe, wenn auch unbefruchtete Zelle in Verbindung mit der Mutterpflanze eine besondere Entwicklung, die ihren Abschluss mit der Bildung bestimmt gebauter, ungeschlechtlicher Sporen findet. Man kann diese Fruchtentwicklung mit der Entwicklung des Sporogoniums aus der befruchteten Eizelle der Moose vergleichen und damit die Frucht der Florideen und Ascomyceten als eine ungeschlechtliche Generation auffassen. Bei einigen Chlorophyceen beschränkt sich die Entwicklung der befruchteten Eizelle darauf, dass sie nach relativ geringer oder überhaupt fehlender vegetativer Zellteilung ungeschlechtliche Zoosporen zu bilden vermag.

Bei allen diesen Thallophyten der Gruppe 4 würde man überhaupt keinen Generationswechsel angenommen haben, wenn man nicht das dringende Bedürfnis gefühlt hätte, den Vorstufen des Generationswechsels der Moose unter den Thallophyten nachzuspüren. Die eingehende Betrachtung hat gezeigt, dass zwar eine gewisse Analogie zwischen dem Entwicklungsgang der Florideen wie einiger Ascomyceten und dem der Moose besteht, dass aber auf diese Analogie kein zu großes Gewicht gelegt werden darf. Denn bei Florideen und noch mehr bei den Ascomyceten ist der Zusammenhang der nach der Befruchtung sich weiter entwickelnden Eizelle mit der Mutterpflanze ein sehr viel engerer als bei den Moosen; namentlich bei den höher differenzierten Formen ist die Frucht vielmehr ein Produkt der Mutterpflanze als eine parasitisch lebende selbständige Generation. Nun kommt hinzu, dass jede nähere Verwandtschaft zwischen Moosen und den genannten Thallophyten fehlt.

Was bleibt nun übrig, um den Generationswechsel der Moose phylogenetisch abzuleiten? nur die wenigen Chlorophyceen, in erster Linie *Coleochaete*, die seit Pringsheim's Untersuchungen immer wieder als das Bindeglied zwischen Thallophyten und Archegoniaten aufgeführt wird. Bei unserer jetzigen Kenntnis erscheint, wie näher nachgewiesen wurde, diese Verbindung sehr locker und unsicher. Auf der anderen Seite will sich doch unser Geist eine Vorstellung über die Entstehung des höchst merkwürdigen Generationswechsels der Moose machen, und nun bietet sich bis jetzt in der That gar kein anderer Ausweg dar, da die Gattung *Chara*, welche im Bau der Geschlechtsorgane den Moosen entschieden näher steht als *Coleochaete*, nicht die leiseste Andeutung von einem ähnlichen Generationswechsel giebt. Man kann mit einiger Phantasie sich vorstellen, dass es *Coleochaete*-ähnliche Vorfahren der Moose gegeben hat, bei denen aus der Zellscheibe der Oosporen besondere ungeschlechtliche Zoosporen auf dem Wege der Vierteilung entstanden, dass dann diese Zoosporen bei höhern Formen zu bestimmt gebauten unbeweglichen Sporen wurden. Mit Hilfe solcher Vorstellungen erscheint der Uebergang zu den einfachen Lebermoosen, z. B. *Riccia* nicht mehr so groß, und ausgehend von dieser Form, kann

Digitized by Google

man die anderen Reihen der Bryophyten phylogenetisch herleiten. Wenn man auf solche Weise gewisse Anhaltspunkte für die Phylogenie der Moose gewonnen hat, so folgt daraus noch nichts für diejenige der Farnkräuter. Es ist schon von Goebel u. a. hervorgehoben worden, welch' ein Gegensatz zwischen Moosen und Farnen herrscht. Die gemeinsame Eigentümlichkeit in der Struktur der weiblichen Organe, der Archegonien, in der Form der Spermatozoiden könnte als eine Parallelbildung aufgefasst werden, ohne notwendig auf eine direkte Verwandtschaft hinzuweisen. Wir stehen hier vor dem dunkelsten Punkt in der Phylogenie des Pflanzenreichs. Denn die Stelle in der Reihe der niederen Pflanzen, wo die erste Andeutung eines farnähnlichen Sporophyten auftrat, war die Geburtsstätte für die gewaltig entwickelte Abteilung der Phanerogamen. Die bisher bekannten Thallophyten lassen uns völlig im Dunkeln, wo diese Stätte zu finden ist.

[26]

Litteratur.

A. de Bary, Untersuchungen über die Peronosporen etc. 1881.

F. O. Bower, On antithetic as distinct from homologous alternation of generations in plants. Ann. Bot., 1890.

Derselbe, Address to the botanical Section. British Association, 1898.

O. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft I—IV, 1872—1881.

Derselbe, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mycologie, Heft IX, 1891.

H. Buchner, Ueber die Ursache der Sporenbildung des Milzbrandbacillus. Centralblatt für Bakter., 1890.

L. Celakovsky, Ueber den dreifachen Generationswechsel der Pflanzen. Sitzungsber. Böhm. Gesellsch., 1877.

F. Cohn, Ueber die Fortpflanzung von *Sphaeroplea*. Sitzungsber. Berliner Akad., 1855.

Br. Davis, The fertilisation of *Batrachospermum*. Annal. Bot., 1896.

Br. Farmer and J. Williams, Contribution to our knowledge of the *Fucaceae*,- Phil. Trans. Royal Soc., 1898.

R. A. Harper, Die Entwicklung des *Peritheciums* bei *Sphaerotheca*. Ber. deutsch. bot. Gesellsch., 1895.

W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen etc., 1851.

G. Karsten, Untersuchungen über Diatomeen, II und III. Flora 1897.

H. Klebahn, Studien über Zygoten, I. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., 1890.

G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria*. Verhandl. d. Naturf. Gesellsch., X, 1892.

Derselbe, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen u. Pilzen, 1896.

G. von Lagerheim, *Dipodascus albidus*. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., 1892.

Miquel, Recherches expérimentales sur la phys., la morph. et la path. des Diatomées. Ann. de Micrographie, 1892.

W. Naegeli, Theorie der Abstammungslehre, 1884.

Fr. Oltmanns, Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. Bot. Zeitg., 1898.

E. Overton, Ueber die Reduktion der Chromosomen. Naturf. Gesellsch. Zürich, 1893.

Digitized by Google

E. Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entw. der Bacillariaceen, 1871.
N. Pringsheim, Beiträge zur Morph. und Syst. der Algen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., 1858.
Derselbe, Ueber die Dauerschwärmer des Wassernetzes. Monatsberichte d. Berliner Akad., 1860.
Derselbe, Ueber Sprossung der Moosfrüchte und den Generationswechsel. Jahrb. f. wiss. Bot., 1877.
J. Sachs, Lehrbuch der Botanik, 4. Aufl., 1874.
O. Schreiber, Ueber die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung. Centralblatt f. Bakter., 1896.
Fr. Schmitz, Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. Monatsberichte d. Berliner Akad., 1883.
D. H. Scott, Address to the Botanical Section. British Associat., 1896.
E. Strasburger, Ueber periodische Reduktion etc. Biol. Centralbl., 1894.
R. Thaxter, Contribution towards a monograph of the *Laboulbeniaceae*, 1895.
Th. van Tieghem, Troisième mémoire sur les Mucorinées. Ann. des Sc. nat. T. 4, 1876.
S. H. Vines, The proembryo of *Chara*. Journ. Bot., 1878.
Derselbe, On alternation of generations in the *Thallophytes*. Ebenda 1879.

Dr. F. W. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage.

Verlag von Gustav Fischer. Jena 1898. Preis broch. 27 Mk. geb. 30 Mk.

Wohl den großartigsten Ausdruck haben die physiologischen Kräfte in dem Pflanzenbilde erreicht, welches unsern Planeten belebt. Wir bewundern den bunten Teppich, den der Frühling über unsere Felder legt; wir können uns nicht satt sehen an dem Pflanzengemälde des Gebirges; unsere Sprache ist nicht reich genug, die Eindrücke wiederzugeben, welche eine Tropenreise dem Laien, wie dem Fachgelehrten hervorlockt, — und wir fanden es bisher als fast selbstverständlich: andere Länder müssen auch andere Pflanzenbilder zeigen. Es wäre kein übler Vergleich, die Pflanzendecke unseres Planeten mit einem kaleidoskopischen Mosaik zu vergleichen. Ein Ruck — und die bunten Scherben vereinigen sich zu einer neuen Kombination. Nur ist es nicht der Zufall, der die farbigen Bestandteile gruppiert; der Ruck der Veränderung ist kein plötzlicher, sondern ein langsamer, Jahrtausende umfassender. Die Ursache kein Zufall, was denn? Licht und Wärme, Feuchtigkeit und Bodenbeschaffenheit bilden Bedingungen des organischen Lebens. Diese Bedingungen sind in den mannigfaltigsten Verhältnissen über unsere Erdrinde verbreitet und kombiniert. Den verschiedensten Bedingungen entspricht ein verschiedener Ausdruck des organischen Lebens. Das ist die einfache Ueberlegung eines Physiologen, ein Gedankengang, der hinreicht, das Vegetationsbild unserer Erde verstehen zu können. Auf diesem Ideengang ist die mir vorliegende, 876 Seiten starke Pflanzengeographie aufgebaut, so dass der Verfasser berechtigt war hinzuzufügen „auf physiologischer Grundlage“. Dieser Standpunkt ist nicht neu. Seit die Physiologie die Biologie, welche nur mit teleologischen Gründen sich einwiegte, verdrängt hat, wurde die physiologische Grundlage der Pflanzengeographie immer und immer wieder ge-

Digitized by Google

fordert. Neu aber ist die konsequente Durchführung dieses Prinzipes durch ein ganzes Handbuch der Pflanzengeographie.

Der Verfasser behandelt den Stoff in drei Teilen, die er überschreibt:

1. Die Faktoren,
2. Formationen und Genossenschaften,
3. Zonen und Regionen.

Aus dem reichhaltigen Materiale, welches in diesem Werke gesammelt ist, greife ich einige Punkte heraus, welche den Physiologen besonders interessieren.

1. Teil: Die Faktoren. Als die bedingenden Faktoren eines Vegetationsbildes werden angeführt: das Wasser, die Wärme, das Licht, die Luft, der Boden und die Tiere. Es ließe sich in der That diskutieren, ob nicht auch der Mensch als die Flora umbildender Faktor aufgefasst werden sollte. Der Verfasser mag ja z. B. bei der Besprechung der Flora Europas sich die kurze Bemerkung gestatten: hier habe der Mensch das natürliche Bild verändert; das ursprüngliche sei verschwunden und ein neues an seine Stelle getreten. Darüber zu sprechen sei nicht die Aufgabe des Pflauzengeographen. Das Bild ist nun einmal da; die physiologischen Bedingungen wirken darauf ein; die Erklärung auch dieser Vegetationsformation, man mag sie künstlich nennen, scheint mir der Betrachtung des Pflanzengeographen nicht unwürdig zu sein.

Erster physiologischer Faktor: das Wasser. Die Betrachtung des Wassereinflusses auf die Struktur der Landpflanzen führt den Verfasser zur Aufstellung der beiden neuen Begriffe: „physiologische Trockenheit“ und „physiologische Feuchtigkeit“. Nicht dasjenige Substrat ist physiologisch feucht zu nennen, welches reich an Wasser ist, sondern dasjenige, welches die Pflanze reichlich mit Wasser versorgt. Und umgekehrt ist nicht nur das wasserarme Substrat als physiologisch trocken zu bezeichnen, sondern auch das wasserreiche, wenn das Wasser entweder der Pflanze nicht zugänglich ist oder aus der Pflanze sofort durch Verdunstung verloren geht. Der physiologischen Trockenheit entsprechen die Xerophyten, der physiologischen Feuchtigkeit die Hygrophyten. Als Tropophyten werden diejenigen Pflanzen zusammengefasst, deren perennierende Bestandteile xerophil sind, während die Bestandteile, welche während der nassen Jahreszeit gebildet werden, hygrophil gestaltet sind. Da die einen Klimate eine physiologische Trockenheit, andere eine physiologische Feuchtigkeit bedingen und die dritten einen Wechsel der beiden Faktoren aufweisen, so unterscheidet man das Xerophyten-, das Hygrophyten- und das Tropophytenklima. Aber auch der Boden kann an der Ausbildung eines dieser Vegetationstypen beteiligt sein. Die Einflüsse des Bodens werden als edaphisch bezeichnet. Eine sehr ausführliche Besprechung erfahren die Xerophyten, deren Lebensbedingungen eine oder mehrere der folgenden sind:

A. Die Wasseraufnahme herabsetzende Faktoren.

1. Geringer Gehalt des Bodens an freiem Wasser.
2. Reichtum des Bodens an gelösten Salzen.
3. „ „ „ „ Humussäuren.
4. Niedere Temperatur des Bodens.

Digitized by Google

B. Die Transpiration beschleunigende Faktoren.

1. Trockenheit der Luft.
2. Hohe Lufttemperatur.
3. Verdünnung der Luft.
4. Starke Beleuchtung.

Als Wirkungen dieser Lebensbedingungen treten folgende Merkmale der Xerophytenflora auf: 1. Reduktion der Oberfläche, 2. Reduktion der luftführenden Interzellularen, 3. Zunahme der Gefäße und des Sklerenchyms, 4. Verlängerung der Pallisadenzellen, 5. Zunahme der Außenwand der Epidermis, 6. Einsenkung der Spaltöffnungen, 7. Zunahme der luftführenden Haare, 8. Auftreten wasserspeichernder Zellen. Die wichtigsten Standorte der Xerophytenflora sind: 1. Wüsten, Steppen und ähnliche Gebiete, 2. Baumrinden und Felsen, 3. Sandboden, Geröll etc., 4. Meeresstrand, Solfataren etc., 5. Torfmoore, 6. Polargebiete, 7. Alpine Höhen. Damit sind nun wohl Ursache und Wirkung angegeben, aber auch Schimper weiß über den Zusammenhang beider keinen Aufschluss zu erteilen — eine erste große Aufgabe, welche die Physiologie noch zu lösen hat.

Eine kürzere Besprechung erfahren die Hygrophyten und die Tropophyten. Schwache Wurzeln, lang gestreckte Achsen, große, dünne Blätter zeichnen die erstern aus, denen auch die Schutzapparate gegen starke Transpiration fehlen. Die ganze Struktur ist durch eine reichliche Ausbildung der Interzellularen, der Hydathoden und der mit Träufelspitzen ausgezeichneten Blätter darauf eingerichtet, dem Stillstande des Transpirationsstroms entgegen zu arbeiten.

Als Hauptmerkmale der Tropophyten werden angeführt: die Ausbildung von hygrophilem Laube und xerophilem Stamme, periodische Belaubung und Entlaubung, Abwerfen der oberirdischen Teile zur Zeit der Trockenheit.

Spielt das Wasser bei der Gestaltung des Pflanzenkörpers, der dem Landleben angepasst ist, schon eine große Rolle, so ist dessen physiologische Wirkung noch viel deutlicher bei den Wasserpflanzen ausgeprägt. Das Verständnis der Struktur der letztern gewinnt ganz bedeutend durch das Studium der Veränderungen, welche Landpflanzen aufweisen, wenn sie zum Wasserleben gezwungen werden. Die Gefäßbündel rücken gegen das Centrum. Die Gefäße werden reduziert. Die luftführenden Interzellularen treten in reichstem Maße auf. Die Epidermis wird dünner und die Spaltöffnungen werden seltener.

In einem kurzen Kapitel bespricht der Verfasser den Einfluss des Wassers auf die Reproduktionsorgane. Starke Wasserzufuhr bedingt eine üppige Entwicklung der Vegetationsorgane, während die Sexualität gehemmt wird. Trockenheit fördert die letztere.

Einen nicht zu unterschätzenden Faktor bildet das Wasser als Transportmittel der Samen und Früchte.

Zweiter Faktor: die Wärme. Jede Pflanze kann nur bei Temperaturen zwischen zwei bestimmten Grenzwerten existieren. Aber auch jede Lebensfunktion ist nur zwischen einer bestimmten niedersten und einer bestimmten höchsten Temperatur möglich und geht bei einem bestimmten Temperaturgrade am besten von Statten. Diese drei Kardinalpunkte: Minimum, Optimum und Maximum, sind schon längst Begriffe der physiologischen Wissenschaft. Die Phänologie hält die Ansicht fest, dass für

Digitized by Google

jede Pflanzenspecies zu ihren Lebensfunktionen eine bestimmte Wärmesumme notwendig sei. Schimper ist auf diese Theorien nicht sehr gut zu sprechen.

Sowohl die niedersten als die höchsten Temperaturgrade der Erdoberfläche schließen das Pflanzenleben nicht vollständig aus. Beim Tode einer Pflanze bei zu niederer oder zu hoher Temperatur muss nicht so sehr die Temperatur als vielmehr der starke Wasserverlust als Todesursache gelten. So gerne man geneigt wäre, die Pflanzen der extremen Temperaturzonen mit allem möglichen Wärmeschutz ausgerüstet zu finden — man wird sich vergebens abmühen. Bei der Besprechung des Optimums führt Schimper die beiden neuen Begriffe: „ökologisches und harmonisches Optimum" ein. Jede Lebensfunktion besitzt eine höchste und eine günstigste Intensität. Die günstigste Intensität wird als harmonisches Optimum bezeichnet. Befinden sich sämtliche Funktionen im harmonischen Optimum, so nennt man diesen Temperaturpunkt ökologisches Optimum. Letzteres ist zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung einer Pflanze verschieden hoch. Die Möglichkeit, dass die Kardinalpunkte der verschiedenen Funktionen eines Pflanzenkörpers verschoben werden können, führt zu Untersuchungen der Akklimatisation.

Dritter Faktor: das Licht. Auch da gilt bezüglich der Intensität die analoge Thatsache, wie sie bei den Grenzwerten der Temperatur angeführt wurde. Kein Licht ist zu grell und keine Dunkelheit zu dunkel, als dass nicht noch Pflanzenleben möglich wäre. Nach einer kurzen Besprechung der photometrischen Methode macht Schimper auf die wichtigsten physiologischen Erscheinungen aufmerksam, welche vom Lichte abhängig sind. Es werden besprochen: Pflanzenleben im Dunkeln, Intensität und Qualität des Lichtes, Schatten und Sonne, Tag und Nacht. Die gedrängte Darstellung erlaubt es nicht, hier auf die einzelnen Punkte einzugehen.

Vierter Faktor: die Luft. Dieselbe wirkt durch ihren Sauerstoffgehalt. Eine Abnahme seines Druckes beschleunigt das Wachstum. Eine Steigerung des Sauerstoffdruckes bewirkt zunächst eine Verlangsamung und über ca. $2^1/_2$ Atmosphäre eine Beschleunigung des Wachstums. Aber nicht nur die Luft der Atmosphäre wirkt gestaltend auf den Pflanzenkörper ein, auch die Luft der Gewässer vermag charakteristische Bildungen zu erzeugen. Als solche werden angeführt: die schon einmal erwähnten großen luftführenden Kanäle der Wasserpflanzen, das Aërenchym oder Luftgewebe, welches die Stammbasen von Holzpflanzen sumpfiger Standorte überzieht, die als Sauerstoffpumpen oder Pneumatophoren wirkenden Seitenwurzeln *(Jussiea)* und die eigenartigen Kniewurzeln der Sumpfcypresse. Von gewaltigem Einflusse auf die Pflanzenwelt wird die Luft, wenn ihr Gleichgewicht gestört wird und sie als Wind über die Erdrinde hinwegbraust. Zwei Windwirkungen treten ganz besonders deutlich hervor: die mechanische Wirkung und der Einfluss auf die Transpiration. Eine Steigerung der mechanischen Elemente kann direkt auf die Zug- und Druckwirkungen der Winde zurückgeführt werden, und der ganze Habitus einer Pflanze als prächtiger Ausdruck der herrschenden Windrichtung hervortreten. Je höher der Angriffspunkt liegt oder je höher der Standort einer Pflanze sich befindet, desto stärker ist der Einfluss des Windes. Am eingreifendsten wirkt der Wind auf die Pflanzen durch

Digitized by Google

die starke Beförderung der Transpiration. Kann er auf diese Weise Tod und Verderben bringen, so ist er andererseits der willkommene Bote, dessen Flügeln die besonders eingerichteten Samen übergeben werden und der ganze Staubwolken von Pollenkörnern fortweht und dadurch die Kreuzbefruchtung herbeiführt.

Fünfter Faktor: der Boden. Der Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Pflanzenwelt ist auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens zurückzuführen. Unter den physikalischen Eigenschaften werden als die wichtigsten die Wasser- und die Luftkapazität bezeichnet. Humusreicher feinkörniger Boden mit hinreichend wasserdurchlässigem Untergrund sind geeignet für Gehölz und Grasflur. Humusarmer Sandboden mit durchlässigem Untergrund wird von xerophiler Vegetation besetzt. Ausgesprochen xerophil ist die Vegetation auf humusarmem feinkörnigem Kalkboden, während der wasseranziehende und für die Luftventilation nur sehr ungünstige Thonboden zur Versumpfung führt. Längst bekannt ist die Erscheinung, dass der Florencharakter auch nach der chemischen Zusammensetzung des Bodens wechselt. Es ist hauptsächlich die ungleiche Widerstandsfähigkeit gegen bestimmte Konzentrationsgrade gewisser unorganischer Verbindungen schuld an den eigentümlichen Vegetationsbildern auf bestimmten Bodenarten. Die wichtigsten Bodenarten sind diejenigen mit: Chlornatrium, andern leicht löslichen Salzen, Serpentin, Galmei, Kalkkarbonat, Humus. Steinsalzhaltiger Boden weist eine typische xerophile Flora auf, die ihren großen Salzgehalt nicht nur dem großen Salzgehalt des Bodens verdankt, sondern denselben durch ihr eigenes Bedürfnis nach Chlornatrium, durch einen eigentlichen Salzhunger stillt. Der Einfluss des Serpentin wird durch *Asplenium adulterinum*, der Mittelform zwischen *A. viride* und *Trichomanes* illustriert; derjenige des Galmei durch die Veränderung von *Viola lutea* zur *Var. calaminaria* und des *Thlaspi alpestre* zur nämlichen Varietät. Ueber den Einfluss des kalkhaltigen und des kalkarmen Bodens ist schon viel geschrieben worden; denn die Thatsache ist zu klar, dass der Florencharakter je nach dem Kalkgehalt des Bodens wechselt. Zwei Theorien suchten den Grund festzustellen, die rein physikalische und die chemische Auffassung. Erstere ging von der Beobachtung aus, dass eine kalkholde Pflanze einer Gegend an einem andern Orte kalkfeindlich sein könne. Daraus schloss man, es müssen nur physikalische Bedingungen, welche der Kalkboden biete, das Auftreten der einen und das Fehlen von andern Pflanzen bewirken. Dieser rein physikalischen Auffassung trat die Ansicht entgegen, der Kalkgehalt des Bodens übe einen physiologischen Einfluss auf den Pflanzenkörper aus. Nachdem dieser Einfluss in der Weise festgestellt scheint, dass hauptsächlich die Aufnahme des Kali durch Kalkboden beeinträchtigt werde, ist es leicht verständlich, dass tiefgreifende physiologische Veränderungen im Pflanzenkörper herbeigeführt werden, denen viele Pflanzen nicht gewachsen sind. Diese Pflanzen werden den Kalkboden meiden. Warum ist aber z. B. *Larix europaea* in der Schweiz kalkfliehend, in Salzburg und in Bayern kalkhold? Die Pflanzen sind sehr empfindlich gegen Veränderungen äußerer Bedingungen. Die anders gestalteten äußern Bedingungen verschiedener Gegenden bedeuten einen Faktor, der selbst im Stande ist, dem chemischen Einfluss des kalkreichen Bodens entgegen zu treten. Mit dieser Ansicht sind wir einen neuen Schritt zum Ver-

Digitized by Google

ständnis der Kalk- und Kieselflora näher gerückt, — aufgeklärt ist die Erscheinung noch nicht.

Einen nicht unansehnlichen physiologischen Faktor bedeutet die Humuserde. Dieselbe besteht aus kohlenstoff- und stickstoffreichen Verbindungen, welche außer durch Pilze von den meisten Pflanzen nur schwer oder gar nicht aufgenommen werden können. Die Pilze, welche der Aufnahme dieser an organischen Substanzen reichen Erde fähig sind, vereinigen sich mit den andern Pflanzen als Mycorhizen. Der Humus wird in sauren oder Torf und in milden oder Mull unterschieden. Der erstere wirkt besonders durch seine Eigentümlichkeit, das Wasser zurückzubehalten; sein Florencharakter ist xerophil.

Mit wenigen Worten wird auch darauf hingewiesen, dass viele Pflanzen lebende Substanzen als Nährboden gebrauchen. Eine physiologische Erklärung liegt nicht vor.

Sechster Faktor: die Tiere. Ornithophilie, Entomophilie und Myrmecophilie finden ihre angemessene Berücksichtigung unter Beigabe von hübschen Figuren. Was bisher gethan wurde, das ist die Feststellung der ökologischen Thatsachen, die wirklich so frappante Erscheinungen der gegenseitigen Anpassung zeigen, dass man nach der wirkenden physiologischen Ursache zu fragen vergessen hat.

2. Teil. Formationen und Genossenschaften. Zu dem Begriffe „Formation" gelangt der Verfasser durch folgende Ueberlegung: In den tropischen und temperierten Zonen ist die Vegetationsdecke von Wärme, Hydrometeoren und dem Boden abhängig. Die atmosphärische Feuchtigkeit, die Menge und Verteilung des Regens, die Winde bedingen den Vegetationstypus, das grob konturierte Vegetationsbild der Gegend, während die Wärme die Flora liefert, d. h. die Pflanzengruppen höhern Ranges (Ordnungen und Familien). Die feine Sortierung und Nüancierung des gelieferten Materiales besorgt der Boden. Unter der Voraussetzung, dass bei gleichbleibenden Klimaten gleiche Bodenqualitäten gleiche Pflanzenvereine hervorbringen, ist man berechtigt einen Pflanzenverein, der durch die Bodenqualitäten bedingt ist, als Formation zu bezeichnen. Die Formationen besitzen bestimmte maßgebende Pflanzenarten oder Pflanzengruppen, zu welchen sich aber noch Nebenbestandteile gesellen können. Letztere definieren eine Formationsfazies. Sobald aber das Klima wechselt, wird der Formationscharakter selbst bei gleichbleibender Bodenbeschaffenheit verändert. Eine logische Definition des Begriffes „Formation" würde also etwa lauten: Die Formation ist ein Pflanzenverein, der durch Bodenqualitäten oder durch klimatische Verhältnisse bedingt ist. Die Formationsgruppen werden in klimatische und edaphische unterschieden. Die klimatischen Formationen werden folgendermaßen eingeteilt:

1. Gehölz. a) Wald.
   b) Buschwald.
   c) Gesträuch.
2. Grasflur. a) Wiesen mit hygrophiler und tropophiler Grasflur.
   b) Steppen mit xerophilem Charakter.
   c) Savanne mit xerophiler Grasflur u. vereinzelten Bäumen.
3. Wüste.

„Gehölz und Grasflur stehen einander gegenüber wie zwei feindliche,

Digitized by Google

gleich mächtige Völkerschaften, die im Laufe der Zeiten zu wiederholten Malen um die Herrschaft des Bodens gegen einander gekämpft haben".

Die Hauptbedingungen der Gehölzformationen sind: warme Vegetationszeit, beständig feuchter Untergrund, feuchte, ruhige Luft, namentlich im Winter. Dem Optimum dieser klimatischen Faktoren entspricht der hygrophile Baum; den absteigenden Graden des Gehölzklimas entsprechen: der tropophile Baum, der xerophile Baum und das Niederholz. Das Zurückbleiben der Gehölzformation mit zunehmender Höhe entspricht der trockenen Luft mit den häufigen und starken Winden. Die klimatischen Bedingungen der Grasflur sind: häufige, wenn auch nur schwache, die Feuchtigkeit des Obergrundes erhaltende Niederschläge in der Vegetationszeit und gleichzeitige mäßige Wärme. Während in höhern Breiten trockene Winter gehölzfeindlich sind, müssen ein trockenes Frühjahr und ein trockener Frühsommer als grasflurfeindlich bezeichnet werden.

Die edaphischen Formationen umfassen: Galeriewälder, Lithophyten (Felsenflora), Chamophyten (Geröllflora), Psammophyten (Strandflora), Flora von vulkanischen Gebieten. — Dieser interessante Abschnitt wird durch eine beträchtliche Anzahl hübscher Tafeln illustriert. Aber dennoch ist eine scharfe, umschriebene Definition des Begriffes „Formation" nicht klar genug dargelegt; auch scheint mir das Bedürfnis nach Fremdwörtern, welche durch genügende deutsche Ausdrücke wiedergegeben werden können, nicht vorhanden zu sein. —

Unter den Pflanzen einer Formationsgruppe giebt es solche, welche eine total abweichende Lebensweise und also auch eine abweichende Organisation besitzen und welche in ihrer Lebensweise von andern Pflanzen abhängig sind. Ohne in großen Beständen, also als eigentliche Formationen vorzukommen, können sie doch unter bestimmten Gesichtspunkten zu Gruppen zusammengefasst werden. Diese Gruppen nennt man Genossenschaften. Der Verfasser behandelt folgende Genossenschaften: 1. Lianen oder solche Pflanzen, die einer Stütze bedürfen, damit sie ihr Laubwerk dem Lichte darbieten können. 2. Die Epiphyten, die Bewohner der tropischen Regenwälder. 3. Die Saprophyten. 4. Die Parasiten.

3. Teil. Zonen und Regionen. Damit beginnt der spezielle Teil der Pflanzengeographie, die eigentliche Wanderung durch die Vegetationsgebiete der Erde. Schon in dem Abschnitte über die Formationen wurde bemerkt, dass die Wärme die Flora liefert, d. h. die Glieder höherer Ordnung des Systems (Familien und Ordnungen). So werden also die Isothermen die Vegetationsdecke gliedern, und diese Gliederung nennt man Zonen. Die Vertikalgliederung bei den Gebirgen ist mit dem Ausdrucke „Regionen" zu bezeichnen. Der Verfasser hält diese beiden Begriffe scharf auseinander, weil die Gliederung vom Aequator zu den Polen nicht identisch ist mit der Gliederung der Pflanzendecke eines Gebirges. Als Gebiete werden die durch die Feuchtigkeitsklimate abgegrenzten Landesteile bezeichnet. Der Verfasser führt die Vegetationsbilder der Erde in folgenden Abschnitten vor:

1. Die tropischen Zonen.
2. Die temperierten Zonen.
3. Die arktischen Zonen.
4. Die Höhen.
5. Die Vegetation der Gewässer.

Digitized by Google

Es würde den Rahmen dieses Referates übersteigen, die einzelnen Abschnitte auch nur skizzenhaft zu behandeln. Im allgemeinen behält der Verfasser in allen Abschnitten den gleichen Gedankengang bei: Zuerst wird das Klima der betreffenden Zone und dessen Einfluss auf die Vegetation besprochen. Ein Kapitel wird den periodischen Erscheinungen gewidmet und darauf die durch klimatische und edaphische Faktoren bestimmten Formationen an der Hand eines überaus reichen Bildermaterials dargestellt. Es sind keine lebhaften Schilderungen, wie sie der Moment der Ueberraschung, das völlig Neue und Großartige der Feder des Weltreisenden diktiert; es ist keine Sprache, welche einem Romane gleich die Phantasie von einem Bilde zum andern jagt, aber es ist die Sprache eines analysierenden Gelehrten, der alle Begriffe auseinander legt und sie durch wirkende Ursachen zu verbinden sucht. Ich begnüge mich, hier nur noch einige Abschnitte referierend zu berücksichtigen, welche physiologische Beobachtungen enthalten.

Wirkungen der tropischen Klimate auf das Pflanzenleben. Eine gleichmäßige und hohe Temperatur der Luft und eine größere Wirksamkeit der Wärme- und Lichtstrahlen ist der Hauptunterschied der tropischen Zonen von allen übrigen höhern Breiten. Diese Temperatur bewirkt hauptsächlich ein schnelles und starkes Wachstum. Aber auch die Transpiration zeigt besondere Verhältnisse. Es ist hauptsächlich die Insolation, welche bei dem großen Wasserdampfgehalt der Luft viel stärker auf die Transpiration einwirkt, als es bei trockener Luft der Fall ist, wo die Spaltöffnungen geschlossen sind. Auch die Lichtwirkungen treten deutlich hervor. Die Wachstumsunterschiede zwischen Tag und Nacht sind bedeutender. Die Blätter sind nicht senkrecht, sondern oft fast parallel zu den einfallenden Strahlen des diffusen Lichtes gestellt. Dennoch sind Zerstörung des Chlorophylls und dadurch bewirkte Gelb- bis Weißfärbung der Blätter häufige Erscheinungen der Tropenflora. Auffallend ist auch die ungemein starke Entwicklung der Schattenflora und zwar bei so geringen Lichtmengen, dass unter diesen Umständen in den temperierten Zonen keine grünen Phanerogamen mehr fortkommen würden.

Die periodischen Erscheinungen der Vegetation in den Tropen. Viele Schilderungen der üppigen Tropenvegetation haben die Veranlassung gegeben, den tropischen Urwald in beständiger Lebensbewegung zu sehen. Ein ewiges Blühen und Grünen, ein ewiges Paradies der Entwicklung, das war der schroffe Gegensatz, den man dem regelmäßigen Wechsel von Ruhe und Bewegung in den temperierten Zonen gegenüberstellte. Genaue Beobachtungen enthüllen jenes Bild als Trugbild. Auch in den Tropen wechseln Perioden der Ruhe und der Bewegung miteinander ab. Da aber die Periodizität im Klima nicht vorhanden ist, so hat sich die Periodizität der physiologischen Erscheinungen der Pflanzen vom Klima unabhängig gemacht. Die Periodizität zeigt sich im Laubwechsel, im Wachstum, bei den in die Tropen verpflanzten Bäumen der temperierten Zonen und bei der sexuellen Fortpflanzung. „In allen Tropengebieten mit sehr schwacher klimatischer Periodizität giebt es Holzgewächse, die ohne jede Beziehung zur Jahreszeit, in größern oder kürzern Intervallen ihr Laub abwerfen, derart, dass Bäume derselben Art, unter denselben äußern Bedingungen, sich zu ungleicher Zeit belauben und entlauben". Noch mehr wird die Periodizität dadurch verdeckt, dass die

Digitized by Google

einzelnen Zweige sich zur ungleichen Zeit belauben und entlauben. Auch das Wachstum ließ einen Wechsel der Ruhe und der Bewegung deutlich erkennen. Temperierte Pflanzen, die in die Tropenzonen versetzt wurden, zeigten das merkwürdige Bild der Individualisierung der einzelnen Zweige auf schönste Weise. Am einzelnen Baume konnte man nämlich Zweige mit frühjährlichem, sommerlichem und herbstlichem Habitus unterscheiden. Daraus schließt der Verfasser, dass die Periodizität der Lebenserscheinungen auf innern Ursachen beruhe. Tritt in die klimatischen Verhältnisse auch Periodizität, dann werden die individualisierten Zweige gezwungen, mit einander Ruhe oder Bewegung aufzuweisen; die Periodizität spielt sich dann in großen, auffälligen Zügen vor unsern Augen ab. Analoge Erscheinungen der Periodizität treten auch in der Blütenbildung auf. Dieselbe ist auch auf die einzelnen Zweige individualisiert und hauptsächlich in Wechselbeziehung mit den vegetativen Erscheinungen. Sobald auch da die Klimaerscheinungen Periodizität besitzen, werden die sexuellen Prozesse der einzelnen Zweige gezwungen, gemeinsam zu ruhen oder Blüten zu tragen. Eine interessante und nicht aufgeklärte Erscheinung ist das Aufblühen einer Art auf einem ausgedehnten Gebiete an demselben Tage.

Das Klima der temperierten Zonen und seine Einflüsse. In den temperierten Zonen spielen eine wichtige Rolle die großen täglichen Temperaturschwankungen und die Winterkälte. Letztere bringt die Unterscheidung der warmtemperierten Zonen mit warmem und der kalttemperierten Zonen mit kaltem Winter mit sich. Die Grenze zwischen diesen Zonen ist die Isotherme + 6° des kältesten Monats. Auf die Temperatureinflüsse ist namentlich die so charakteristische Erscheinung der Periodizität zurückzuführen. Die Verteilung von Gehölz und Grasflur, welche in den Tropenzonen nur als Wirkung der Hydrometeore aufzufassen ist, muss in den temperierten Zonen auch auf Rechnung der Temperatureinflüsse geschrieben werden. Die Beleuchtung der temperierten Zonen zeigt einen größeren Reichtum an leuchtenden, aber eine größere Armut an chemischen Strahlen. Daraus erklärt sich die fixere und zwar senkrechte Lichtlage und eine ärmlichere Schattenvegetation. Die Hydrometeore können oft von geringerer Bedeutung sein, weil die Temperatur als physiologischer Faktor damit kombiniert wird und die Winterkälte als physiologische Trockenheit wirkt. Von den Hydrometeoren, worunter die Winde keine kleine Rolle spielen, ist die Verteilung von Gehölz, Grasflur und Wüste abhängig.

Periodische Erscheinungen in den temperierten Zonen. Ein ausführlicher Abschnitt wird diesen auffälligen und schon häufig untersuchten Erscheinungen gewidmet. Die physiologischen Vorgänge werden an dem Beispiele des Kirschbaumes erläutert. Die Periodizität kommt in vegetativen Prozessen und in den innern Vorgängen des Stoffwechsels zum Ausdrucke. Erstere lassen folgende Etappen erkennen: Periode des Wachstums der Laubknospen (April-Mai), diejenige der Assimilation verbunden mit Dickenwachstum der Wurzeln und Achsen und der Anlage der Winterknospen, Periode der Verlangsamung und des Verfalls. Die innern Vorgänge gliedern sich folgendermaßen: Assimilationsstrom aus den grünen Zellen in Aeste und Stamm, dadurch sammelt sich in der Rinde Stärke und Glykose, in den lebenden Holzzellen Stärke und in den Gefäßen Glykose und an der Markgrenze beide. Mit dem Laubfall tritt die

Digitized by Google

Umwandlung der Rindenstärke in Glykose und andere Körper ein. Bevor Ende der Winterperiode äußere Erscheinungen beobachtet werden, wandern die Reservestoffe gegen die Knospen. Die Experimente ergaben, dass außer den Temperatureinflüssen ganz besonders innere Ursachen maßgebend sind. — Aehnliche periodische Vorgänge existieren auch bei den krautigen Pflanzen. Ueber das Forcieren der Lebenserscheinungen formuliert der Verfasser seinen Standpunkt folgendermaßen: „Das Plasma der Gewächse temperierter Zonen besitzt zwei Zustände, einen aktiven und einen ruhenden, deren regelmäßige periodische Abwechslung, wie in den Tropen, durch innere, erbliche Eigenschaften bedingt ist und die sich unter Anderem durch ungleiches Verhalten der Temperatur gegenüber unterscheiden. Durch höhere Temperatur werden im aktiven Plasma Reize ausgelöst, die zu Wachstumsvorgängen führen, während niedere Wärmegrade einen allgemeinen Stillstand des Wachstums zur Folge haben. Der ruhende Zustand wird auch nicht durch Optimaltemperaturen zu Wachstumserscheinungen angeregt, dagegen reagiert er auf Temperaturwechsel durch Stoffmetamorphosen, die zum Teil durch niedere, zum Teil durch höhere Wärmegrade ausgelöst werden".

Das arktische Klima und dessen Wirkungen. Nicht die langdauernde tiefe Wintertemperatur bildet den hauptsächlichen physiologischen Faktor, der den eigentümlichen arktischen Vegetationstypus hervorruft, sondern es sind vielmehr die starken Winterwinde, welche über die öden arktischen Ebenen dahinfliehen und Veranlassung zu dem xerophilen Vegetationscharakter geben. Dazu kommen die niedern Bodentemperaturen des Sommers, welche die Wasseraufnahme erschweren und dadurch das Wachstum der unterirdischen Glieder und der Laubsprosse hemmen. Auch die niedere Lufttemperatur des Sommers, sowie die andauernde Sommerbeleuchtung müssen als wachstumshemmende Faktoren aufgefasst werden. Dagegen wirkt die niedere Bodentemperater des Sommers auf die Ausbildung der Sexualorgane befördernd ein und die andauernde Sommerbeleuchtung stattet die Blüten mit reichlichen Pigmenten aus. Nicht außer Acht zu lassen ist die Kürze der Vegetationszeit. Sie zwingt die Pflanzen zur Beschleunigung ihrer periodischen Erscheinungen.

Ein hübsches Werk hat uns der Verfasser mit dieser Pflanzengeographie geboten und der Verleger hat das möglichste gethan, dasselbe zweckentsprechend auszurüsten. 507 Abbildungen und vier Karten suchen das geschriebene Wort zu beleben. Wenn auch nicht alle Tafeln ihren Zweck voll und ganz erfüllen, so darf man nicht vergessen, unter welchen Umständen solche Photographien aufgenommen werden. Auf physiologischer Grundlage steht das Werk ohne Zweifel. Dass es noch viele Fragen unbeantwortet lässt, dessen ist sich der Verfasser selber bewusst. Wenn sie gelöst werden, so dürften die Antworten nicht immer nach dem Sinne des Verfassers ausfallen. Dass ich die speziellen Darstellungen der einzelnen Formationen unberücksichtigt ließ, wird man begreifen. Wer sich eben für Pflanzengeographie interessiert, wird das Werk selber zur Hand nehmen müssen. [33]

Hans Bachmann (Luzern).

Digitized by Google

Dr. K. Goebel, Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegoniaten und der Samenpflanzen.

Zweiter Teil. 1. Heft: Bryophyten.

Verlag von Gustav Fischer in Jena 1898. Preis brosch. 3 Mk. 80 Pf.

Das Erscheinen des ersten Teiles des in der Ueberschrift genannten Werkes gab vor einiger Zeit dem Referenten Veranlassung, den Lesern dieser Zeitschrift eine vergleichende Uebersicht über die Forschungsrichtungen auf dem Gebiete der Pflanzenmorphologie zu geben. In den vorliegenden ersten Heft des zweiten, speziellen Teiles behandelt der Verfasser nun zunächst die Moospflanzen und zeigt, welche Resultate auf der Grundlage der von ihm vertretenen allgemeinen Anschauungen bisher erzielt werden konnten. Wenn auch besonders bei der Darstellung der allgemeinen Bauverhältnisse der Laub- und Lebermoose die Angaben der älteren Litteratur berücksichtigt und zugrunde gelegt werden konnten, so beruht doch der wesentliche Teil der Schilderungen auf den Resultaten der eigenen Untersuchungen des Verfassers, von denen sehr viele hier zum ersten Mal veröffentlicht werden. Dieser Umstand verleiht dem Werke in allen seinen Teilen den Reiz einer Originalität, welche den wissenschaftlichen Handbüchern, die eine Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse in einem Wissensgebiet zum Gegenstand haben, im allgemeinen nicht eigentümlich ist. Der Verfasser zählt nicht einfach in streng schulgerechter Weise die mitzuteilenden Thatsachen nacheinander auf; er versteht es, mehr in der Weise eines gewandt Vortragenden in fließender Darstellung seine Gedanken zu entwickeln und die Beispiele an der gerade passend erscheinenden Stelle seinem Gedankengange einzufügen. Wenn man nicht eben den Maßstab anlegen will, der bei einem Primaneraufsatz am Platze sein mag, so wird man trotzdem die Disposition nicht vermissen. Die stark ausgeprägte Eigenart in der Schreibweise verleiht jedenfalls der Darstellung eine Frische und Lebendigkeit, welche das Interesse des Lesers auch bei eingehenden Detailschilderungen nicht erkalten lässt. Goebel's Buch ist auch für den Fachmann nicht nur ein Nachschlagewerk, sondern ein Buch, dass man von Anfang bis zu Ende mit Genuss und Nutzen durchlesen kann.

Der Reichhaltigkeit des Inhaltes in einem kurzen Referat auch nur annähernd gerecht zu werden, ist unmöglich. Es muss genügen, wenn hier auf die leitenden Gedanken und den Gang der Darstellung kurz hingewiesen wird.

Unter den Organen des Pflanzenkörpers unterscheidet Goebel zwei scharfgetrennte Gruppen. Die Vegetationsorgane und die Fortpflanzungsorgane. Die Merkmale, welche an diesen Organen auftreten, sind teils spezifische, teils adaptative. Als spezifische Merkmale sind diejenigen anzusehen, welche unabhängig von der Einwirkung äußerer Umstände gewissermaßen von innen heraus am Pflanzenkörper aufgetreten und vererbt worden sind. Sie liefern den Grundplan für den Aufbau des Pflanzenkörpers und den Grundzug seiner Ontogenesis und bilden ein Kriterium für die gemeinsame Abstammung. Die adaptativen Merkmale sind unter dem Einfluss der Außenwelt dem Pflanzenkörper gewissermaßen anerzogen werden, sie zeigen oft in weitgetrennten Gruppen gleiche Eigentümlichkeiten.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf diese Grundanschauungen gliedert der Verfasser seinen Stoff.

Die gewohnte Einteilung der Bryophyten in Lebermoose und Laubmoose behält er bei, indem er zugleich betont, dass jede dieser Gruppen eine Anzahl von scharfgetrennten Reihen umschließt.

Bei der Einzeldarstellung der Lebermoose werden zunächst die spezifischen Merkmale der vegetativen Organe behandelt, wobei nach einer allgemeinen Charakteristik des Gesamthabitus, noch der Blattbildung, den Rhizoiden und der ungeschlechtlichen Vermehrung besondere Abschnitte gewidmet sind. Das sich anschließende Kapitel über die Anpassungserscheinungen der vegetativen Organe behandelt Beziehungen zur Wasserversorgung, Beziehungen zum Licht und Beziehungen zur organischen Natur. Es folgt dann die Behandlung der Fortpflanzungsorgane, wobei die fertilen Sprosse, die Sporogonien und die Sporenkeimung in besonderen Abschnitten behandelt werden.

In ähnlicher Weise ist auch die Darstellung der Laubmoose gegliedert, indem zunächst die Entwicklung und Gestaltung der vegetativen Organe, dann die Beziehungen derselben zur Außenwelt und endlich die Sexualorgane und Sporogonien besprochen werden.

Die in den Kapitelüberschriften genannten Dinge bilden dabei gewissermaßen nur die Krystallisationscentren, um welche sich in freier Folge die Darstellung der fremden und eigenen Beobachtungen angliedert. Die stattliche Zahl von 128 zum großen Teil neuen Textfiguren erleichtert das Verständnis des Textes. **Giesenhagen.** [25]

Palolountersuchungen im Oktober und November 1898 in Samoa.

Von Dr. **Augustin Krämer.**

Nur kurz sei hier über das Ergebnis berichtet. Ich reiste im Oktober nach Samatau, nachdem ich am vorgehenden Vollmond vergeblich in Safata nach dem mali'o gesucht hatte, jenem Taschenkrebs, welcher 10 Tage vor dem Erscheinen des Palolo zum Meer zu ziehen pflegt. Es regnete sehr viel, was beeinflussend gewirkt haben mag. Ich eilte über die Berge nach Apia zurück, um mich zur Reise nach Samatau fertig zu machen. Einen Tag später kam ein Mann von Safata nach Apia, welcher mir einen männlichen mali'o brachte und in der folgenden Nacht fing eine Samoanerin ein reichlich mit Eiern versehenes Weibchen in Mulinu'n (Apia). In Samatau angekommen, ging ich während 4 Morgen vor Sonnenaufgang zum Palolofangplatz. Jeden Vormittag hatte ich die mitgenommenen Gesteinsproben zu untersuchen. Einer der dortigen Samoaner sagte mir, dass die Würmer vom Außenriff nach der Lagune hereintrieben und zeigte mir die Steine in der Brandung. Sie begrenzen die Abflusskanäle, in welchen das durch die Brandung auf die Plattform heraufgeworfene Wasser wieder seewärts abfließt. Ich fand auch alsbald daselbst einige der großen breiten Würmer, die sich später als die wirklichen Palolos herausstellten, und welche, wie ich schon im voraus eingestehen will, Fried-

Digitized by Google

länder's Befund, welcher mir zweifelhaft erschien, bestätigten (siehe unsere beiden Arbeiten im Biologischen Centralblatt, Jahrgang 1898).

Zum Oktober-Palolo kam ein Abgesandter von Alexander Agassiz, Herr Woodworth, nach Apia, um auch Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen. Es war mir dies sehr willkommen, da ein gleiches Resultat im Interesse des Ganzen nur von Vorteil sein konnte. Ich war in der glücklichen Lage, neben den Exemplaren von Samatau auch frisches Material von Apia ihm zeigen zu können. Herr Woodworth übernahm Samatau, während ich in Apia zu bleiben beschloss, um die Befruchtung der Eier vornehmen zu können.

Am Freitag, dem 4. November, 8 Tage nach Vollmond, war der Paloloplatz reichlich mit braunem Schaum bedeckt und mäßig viel dünne, kleine Würmer waren vorhanden. Der braune Schaum erwies sich nur als Schaum und nicht als die braunen Palolokörpfe, wie ich vermutet hatte. Die verhältnismäßig große Zahl von kleinen Würmern ließ mich anfangs glauben, dass der 1. Tag (salefu) schon gewesen wäre; dagegen sprach jedoch die Zeit und der reichliche braune Schaum. Es erschien sicher, dass der folgende Morgen, der 2. Tag (motusaga), der große Fangtag sein werde. Und so war es auch. Der Fang war in der That für Apia groß, da hier der Palolo immer etwas mangelhaft ist. Die vielen vorhergehenden Regenfälle ließen auch auf großen Fang schließen. Ich war schon vor 4 Uhr zur Stelle, und es gelang mir alsbald mit der Laterne, eine Menge großer Würmer zu fangen, während die anderen Boote im Dunkel vergeblich suchten. Als es um 5 Uhr tagte, hatte ich schon eine hübsche Beute. Eine große Festgesellschaft hatte sich für jenen Morgen in Apia zusammengefunden.

Am folgenden Morgen, am 6. Novemher, fuhr ich, um nachzusehen, noch einmal im kleinen Canoe hinaus; Wind und Regen empfing uns draußen, und von Palolo war nichts mehr zu sehen.

Um die Frage zu entscheiden, ob die Palolo aus den genannten großen Poritesfelsen kommen, hatte ich noch bei Nacht am 5. den Stein, welcher mir im vorhergehenden Jahre die Würmer geliefert hatte, mit einem großen Netz aus feinem Mull umgeben. Als ich bei Tagesanbruch nachsah, fand ich einige wenige kleine Würmer in Bruchstücken darin, und in der Umgebung waren auch nur sehr spärliche derselben Art vorhanden, von denen ich nicht einmal bestimmt sagen konnte, dass sie nicht angetrieben wären. Ich hatte natürlich auch zu Hause wieder Bruchstücke dieser Felsen in Eimer gelegt, aber der schöne Versuch, der im vorhergehenden Jahre so viele Früchte gezeitigt hatte, und welcher durch Herrn Friedländer, ohne meine Absicht und Kenntnis, veröffentlicht wurde, misslang diesmal jämmerlich; und so hat sich nunmehr mein Verdacht, den ich schon aussprach, in Ueberzeugung verwandelt, dass es sich hier nur um eine samoanische Spitzbüberei oder um einen Zufall gehandelt hat. Denn alle Unter-

Digitized by Google

suchungen dieser Poritessteine, welche ich in Samatau und Apia in reichlichem Maße vornahm, haben mir nie die großen, höchstens einige kleine paloloartige Bruchstücke neben den beschriebenen *Lysidice* und *Eunice* geliefert. Dieser unglückliche Eimerversuch hat mich eine Masse Zeit und Arbeit gekostet.

Zu Hause angekommen, nahm ich am 5. November alsbald die Befruchtung der Eier durch die Spermatozoen unter dem Mikroskop vor. Leider gelang es mir nicht, die Eier länger als 3 Tage am Leben zu erhalten.

Herr Woodworth war im Auffinden glücklicher als ich an jenem Morgen. Er blieb nicht in Samatau, sondern wurde von Eingeborenen nach einem Vorgebirge in der Nähe von Samatau gebracht, wo eine kleine Bucht durch ein Riff abgeschlossen ist, Fagaiofu genannt. Der Paloloplatz ist dort nur einige hundert Schritte vom Lande entfernt; man kann bis zur Stelle hinwaten. Den salefu hat er allerdings nicht beobachtet. Als er aber am Nachmittag des 4. Dezember nach jener Stelle kam und Steine abschlug und auf den Sandstrand warf, sah er alsbald mehrere Palolo aus den Steinen auf den Sand kriechen. Er fand dann auch beim Zerschlagen der Steine die dicken Vorderteile der Würmer, welche nach Vergleich mit meinem Material vollständig übereinstimmten. Der Fang daselbst war übermäßig.

Ich besuchte jene Bucht auch noch im Januar 1899, zur Zeit kaum 3 Monate zurück, und fand daselbst auch alsbald den Palolo, und zwar mit blinden Körperenden.

Danach stellt sich der Wurm als ein gänsekieldickes, 10—15 cm langes opakes Tier dar, an der unteren Seite abgeplattet mit Kanten, die Segmente sehr dicht stehend. Wenn man den Wurm in Süßwasser legt, so gewahrt man alsbald durch das Aufquellen der Schleimmassen, dass dieser opake Teil allmählich in eine gelatinöse Hülle übergeht, und der eigentliche Körper sich verjüngend durch die Gelatine durchzieht wie der Stift im Holzkleid einer Bleifeder. Plötzlich hört die Gelatine auf, während der Palolo nun frei zur Luft tritt, wie wenn man den Stift aus dem Holzkleid der Bleifeder herausgeschoben hat. Der Kopf ist mit 5 Fühlern bekleidet und zwei weiterhin am 2. Segment. Er ist groß, leicht sichtbar, mit rundem offenstehendem Maul.

Demnach dürfte Friedländer's Ansicht zu Recht bestehen, dass die Palolo, die zu Fortpflanzungskörper umgewandelten Hinterenden eines noch nicht näher bestimmten Wurmes sind. Sie kommen in stark zerfressenem, anstehendem Riffkalk vor in der Nähe der Brandung oder an Riffeinlässen. Die großen Poritesfelsen sind sehr wahrscheinlich nicht die Beherberger der Palolo, wenn es auch nicht ausgeschlossen erscheint, dass sich die erwähnten *Lysidice*-Würmer am Pololoauftriebe, allerdings wohl nur in sehr geringem Maße, beteiligen.

Die Untersuchung des Materials wird das weitere lehren. [35]

Digitized by Google

Oskar Roemer, Zahnhistologische Studie.

Erster Teil: Die Koelliker'schen Zahnbeinröhrchen und Tomes'schen Fasern. Zweiter Teil: Nerven im Zahnbein.

Strassburg. Elsässische Druckerei und Verlagsanstalt vormals G. Fischbach.

Mit einigen Worten möchte ich auf eine Arbeit Roemer's hinweisen, welche alle Beachtung verdient und besonders die wichtige und dunkele Frage nach den Nerven des Zahnbeins ihrer Lösung um ein Wesentliches näher gebracht hat. Seine Erfolge verdankt Roemer einer sorgfältig ausgearbeiteten Technik, über die er in einem Anhang seines Buches ausführlich berichtet.

Die wichtigsten Resultate geben Modifikationen der Methylenblaumethode, während Silbermethoden nach Golgi wenig sicheres erkennen ließen. Es war das auch schon nach den Arbeiten Morgenstern's zu erwarten, der zu seinen „Resultaten" nur durch eine kritiklose Hingabe an die Silbermethoden gekommen ist.

Seine Ergebnisse fasst Roemer in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Tomes'schen Fasern, welche bisher als Inhalt der Koelliker'schen Zahnbeinröhrchen angesehen wurden, bilden nicht den Inhalt dieser Röhrchen, sondern sind Inhalt und Wandung (Neumann'sche Scheide) zusammengenommen, sind also mit den Koelliker'schen Zahnbeinröhrchen völlig identisch.

2. Die Odontoblastenfortsätze bilden von dem Punkte an, wo sie in das Zahnbein eintreten, die Wand der Koelliker'schen Röhrchen (die Neumann'sche Scheide), während sie im cavum dentis unmittelbar in die elastische Zellmembran der Odontoblasten übergehen.

3. Die Nerven der Pulpa durchdringen als marklose Fasern die Zwischenräume zwischen den Odontoblasten, gelangen in die Zone zwischen Odontoblasten und Zahnbein und dringen hier in das Innere der Odontoblastenfortsätze bezw. Koelliker'schen Zahnbeinröhrchen ein.

4. Die Hauptmasse der Nervenfasern strahlt aus der Kuppel der Pulpahörner in das Zahnbein ein, während die übrigen Dentinzonen der Krone nervenärmer und das Dentin der Zahnwurzel überhaupt nervenlos zu sein scheint.

5. Ein großer Teil der Zahnbeinröhrchen erweitert sich an der Schmelzzahnbeingrenze zu eigentümlichen teils spindel- teils kolbenförmigen Gebilden, die hauptsächlich zahlreich um die Spitze der Zahnbeinhöcker angeordnet sind, und in denen an gut konservierten Schliffen kleine rundliche oder größere ovale Körperchen wahrzunehmen sind, die sich häufig rosenkranzartig aneinander reihen und mit Goldchlorid intensiv rot färben lassen.

6. Die kleinen Körperchen im Inneren der kolbenförmigen Erweiterungen der Zahnbeinröhrchen können mit großer Wahrscheinlichkeit als Endkörperchen der sensiblen Nerven des Zahnbeins analog den Endkörperchen der sensiblen Nerven der Haut- und Schleimhautpapillen angesehen werden.

Der Arbeit Roemer's sind 8 Tafeln beigegeben, und ich habe mich durch eigenes Studium der Roemer'schen Präparate überzeugen können, dass die Abbildungen durchaus den Präparaten entsprechen. [37]

F. Keibel (Freiburg i. Br.)

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. April 1899.** **Nr. 8.**

Inhalt: **Friedlaender**, Nochmals der Palolo und die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf physiologische Vorgänge. — **Ehlers**, Ueber Palolo [*Eunice viridis* Gr.]. — **Höber**, Ueber die Bedeutung der Theorie der Lösungen für Physiologie und Medizin. — **Zacharias**, Der Moschuspilz (*Cucurbitaria aquaeductuum*) als Planktonmitglied in Seen. — **Ganglbauer**, Die Käfer von Mitteleuropa. — **Davenport**, Experimental Morphology. — Anzeige.

Nochmals der Palolo und die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf physiologische Vorgänge.

Von **Benedict Friedlaender** aus Berlin.

Die Beobachtungen und Betrachtungen, die betreffs der *Eunice viridis* im Bd. XVIII dieser Zeitschrift mitgeteilt wurden und hier als bekannt vorausgesetzt werden, veranlassten mich alsbald, den Versuch zu machen, weitere und zwingendere Anhaltspunkte für die Entscheidung der Frage zu gewinnen, ob wirklich ein noch unbekannter Zusammenhang zwischen kosmischen und biologischen Erscheinungen statthabe. Hierbei liegt der Ton auf dem Worte „unbekannt“; denn dass beispielsweise mittelst der Jahreszeiten, der Gezeiten und des Wetters ein solcher Zusammenhang stattfindet, ist teilweise sicher, teilweise wenigstens sehr wahrscheinlich. Was ich diesmal mitzuteilen habe, ist eine Reihe ziemlich verschiedenartiger Untersuchungen, Erwägungen und Schlussfolgerungen, nebst Kritik einiger neuerer Arbeiten. Es lassen sich diese Dinge nicht wohl systematisch einteilen, und ich halte es daher für das beste, sie in der Reihenfolge vorzutragen, in der ich auf sie gekommen bin.

Am Ende meiner ersten Notiz „Ueber den sogenannten Palolowurm“ hatte ich eine Anzahl von solchen Volksmeinungen der Samoaner mitgeteilt, die, wenn sie richtig wären, zu Gunsten der hypothetischen kosmischen Einflüsse unbekannter Art sprechen würden.

Insbesondere wurde dort der Wunsch ausgesprochen, dass der „mali'o" von einem Naturforscher beobachtet werden möchte. Hoffentlich ist dies inzwischen geschehen oder wird bald geschehen. Uebrigens habe ich seitdem in dem schon früher erwähnten Lehrbuche der Zoologie in samoanischer Sprache von Thomas Powell eine weitere Andeutung der Art gefunden. Da ich nicht weiß, ob sie auch anderweitig veröffentlicht ist und sie an jener Stelle und in samoanischer Sprache für das große Publikum jedenfalls so gut wie nicht vorhanden ist, so mag sie hier einen Platz finden. Powell berichtet nämlich von dem „ūū" auf S. 78 seines Buches in wörtlicher Uebersetzung folgendes: „Es pflegen die ‚ūū' [*Birgus latro*] in einem Monate zweimal zur See zu gehen. Wenn der Mond mit der Sonne geht (d. h. wenn Neumond ist), so gehen sie hinab; wenn er voll ist, so gehen sie wiederum hinab." — Da ich Samoa alsbald verlassen hatte, so ist es mir nicht möglich gewesen, eine jener samoanischen Behauptungen zu prüfen, mit einziger Ausnahme derjenigen, die sich auf die Abhängigkeit der Geburtenfrequenz vom Mondestage bezieht (vgl. den Schluss meiner ersten Mitteilung unter Nr. 6). Die Behauptung der Samoaner geht dahin, dass die „Kinder geboren werden, wenn nach Erreichung des tiefsten Wasserstandes die Flut wieder zu steigen beginnt". Da nun ein direkter Einfluss der Gezeiten ausgeschlossen erscheint, so ist es vernünftig, und da die Gezeiten im wesentlichen von der Mondbewegung abhängen, so war es zulässig, diese Angaben ins Astronomische zu übersetzen. Da nun die Hafenzeit Apias 6h 27M. beträgt, eine Zeit, die wir der Bequemlichkeit wegen auf 6h oder 7h abrunden können, so ließe sich, wie eine einfache Betrachtung ergiebt, die samoanische Behauptung auch so ausdrücken: „Die Geburtenfrequenz erreicht bald nach den oberen und den unteren Kulminationen des Mondes ein Maximum". Wenn diese Behauptung auch nur zum Teil richtig wäre, so würde zu erwarten sein, dass die Erscheinung einer solchen Periodizität nicht auf Samoa beschränkt wäre, sondern sich auch anderwärts nachweisen ließe. Und wenn sie auch nur zum kleinen Teil richtig wäre, so würde sie sich beim statistischen Zusammenstellen größerer Zahlen im Durchschnitte nachweisen lassen müssen. Schon in Samoa hatte ich beschlossen, diese Untersuchung, zu der ich schon in meiner ersten Mitteilung riet, selbst anzustellen. Es kam dabei also darauf an, eine größere Zahl von Geburten, die natürlich nach Jahr, Tag und Stunde genau bekannt sein mussten, so zu ordnen, dass der Zeitabstand jeder einzelnen Geburt von der Mondeskulmination ersichtlich wird. Unsere gewöhnliche Zeitrechnung bezieht sich bekanntlich, auf die Kulmination der Sonne, unter Ausgleich der kleinen von der Excentrizität der Erdbahn herrührenden und in der sogenannten Zeitgleichung zum Ausdruck gelangenden Ungleichheiten der von einer Sonnenkulmination zur nächsten Sonnenkulmination (dem „wahren Mittage") verfließenden Zeitabschnitte.

Digitized by Google

Demnach kann man sich auch so ausdrücken: Es war notwendig, die Zeitpunkte einer größeren Zahl von Geburten nach dem „Mondestage“ anstatt nach dem Sonnentage zusammenzustellen. Der Mondestag ist im Durchschnitte rund fünfzig Minuten länger als der Sonnentag; wenn der Mond an einem bestimmten Tage zu einer bestimmten Stunde kulminiert, so dauert es einen Monat, bis er wieder ungefähr zu derselben Zeit den oberen Meridian passiert. (Der Unterschied zwischen Sonnen- und mittlerer Zeit ist hier belanglos). Man sieht aus diesen an sich ungenauen, hierfür aber hinreichenden Betrachtungen, dass eine etwa vorhandene, von der mittleren oder Sonnenzeit abhängige Periodizität der Nativität bereits bei Zusammenstellung der Geburten eines Monats oder eines einfachen Vielfachen davon eliminiert wird. Eine solche Periodizität der Nativität innerhalb eines gewöhnlichen bürgerlichen Tages ist nämlich thatsächlich vorhanden und auch bereits bekannt, wie ich bei Gelegenheit meiner Studien fand. Nach Angabe von Richard Böckh, „Die Bewegung der Bevölkerung von Berlin“ war in pro Mille die Nativität in den Jahren 1876/80:

Von	12	bis	3	Mitternacht	134,88
„	3	„	6		146,06
„	6	„	9		135,36
„	9	„	12		122,52
„	12	„	3	Mittags	90,72
„	3	„	6		108,86
„	6	„	9		115,36
„	9	„	12		146,24
					1000.—

Es geht daraus hervor, dass die Nativität (so sei der Kürze wegen die Geburtenfrequenz in Zukunft bezeichnet) ein Maximum ungefähr um Mitternacht und ein Minimum ungefähr um Mittag hat. Eine solche Periodizität hat aber durchaus nichts überraschendes und lehrt nichts Neues, da die Abhängigkeit aller physiologischen Vorgänge von dem Wechsel vom warmen und hellen Tage und der kalten und dunklen Nacht in vielen Beziehungen bekannt, in andern von vornherein wahrscheinlich und im Ganzen selbstverständlich ist. Eine etwa vorhandene Abhängigkeit von dem scheinbaren Mondesumlaufe in etwas mehr als 24 Stunden hingegen wäre eine Neuigkeit, und zwar eine sehr wichtige. Von Wirkungen des Mondes ist allgemeiner bekannt nur die nach seinen Phasen verschiedene Lichtwirkung und zweitens die Gravitationswirkung, von der das gewaltige Phänomen der Gezeiten im Ozean und das geringfügigere in der Luft abhängt; während eine ähnliche Einwirkung auf ein etwa vorhandenes flüssiges Erdinneres oder etwa auch auf die feste Kruste bisher hypothetisch ist. Hierzu

Digitized by Google

kommt noch eine neu entdeckte und in ihren Ursachen wohl noch fast unbekannte Wirkung auf die Luftelektrizität; es soll diese nämlich eine Periodizität zeigen, die jedoch nicht mit dem synodischen, sondern mit dem tropischen Monate übereinstimmt; doch werde ich hierauf erst später eingehen, da mir die darauf bezüglichen Arbeiten erst nachher, d. h. nach Anstellung meiner statistischen Untersuchungen bekannt geworden sind. Bei letzteren handelte es sich zunächst offenbar darum, ein zuverlässiges Material zu erhalten.

Es gelang mir dies durch die Zuvorkommenheit des Herrn Geheimen Medizinalrates Gusserow von der Berliner Charité und der Herren vom Berliner statistischen Amte. Die Geburtenfälle der Charité (1896) wurden sehr sorgfältig von der Ober-Hebamme Frl. Wajeck für mich zusammengestellt, diejenigen des Berliner Statistischen Amtes (1895) von einem Schreiber auf vorgedruckten Zetteln aus dem urkundlichen Material ausgezogen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, den genannten Herren und Behörden hiermit meinen allerverbindlichsten Dank auszusprechen.

Von der Charité erhielt ich ungefähr 1700, vom Berliner Statistischen Amte ungefähr 4500 Fälle. Diese mussten nun nach den angegebenen Grundsätzen geordnet werden. Es ist dies mit Hilfe der nautischen Jahrbücher der betreffenden Jahre zwar nicht schwierig, immerhin aber eine sehr zeitraubende Arbeit, die ich von Herrn Richard Blochmann besorgen ließ. Es wurden die Zeiten der Mondeskulminationen auf den mittleren Vertikalen eines Blattes des bekannten Koordinatenpapiers eingetragen, ferner für jeden Tag der Zeitpunkt von Mittag und Mitternacht. Auf diese Weise stehen dann also die „Mondesmittage" vertikal untereinander, während die „Sonnenmittage", die sich durch eine beinahe gerade Linie verbinden lassen, wegen der im Verhältnis zum Monde bestehenden Verfrühung der Sonne auf dem Papierbogen schief von rechts oben nach links unten ziehen, wie auch die Zeitpunkte der Mitternacht. Nachdem das Koordinatenpapier auf diese Weise, und zwar ein Bogen für je einen Monat vorbereitet ist, lassen sich die Geburten leicht mit dem Zirkel eintragen, indem für jeden Tag der Anfangspunkt der bürgerlichen Zeitrechnung sichtbar gemacht ist. Bei den Zahlen, mit denen ich operierte, genügte es, die Länge einer Stunde auf 1 cm anzunehmen. Man sieht nun leicht, dass bei dieser Anordnung diejenigen Geburten vertikal unter einander zu stehen kommen, deren Zeitabstände von der jedesmaligen Mondeskulmination gleich sind. Auf Einzelheiten gehe ich der Kürze wegen nicht ein, umsomehr, als, wie später ersichtlich werden wird, das Ergebnis fraglich blieb. Rechts und links von der mittleren Vertikalen, auf der die Mondeskulminationen verzeichnet waren, wurden nun je zwölf Vertikalen in gleichen Abständen gezogen; der Abstand je zweier war gleich dem 24. Teil der Zeit, die durchschnittlich von einer Mondes-

Digitized by Google

kulmination zur andern verfließt; also, wenn man will, bedeutete jener Abstand je eine „Mondesstunde“. Schließlich wurden die zwischen je zweien dieser Vertikalen eingetragenen Geburten summiert und auf diese Weise die Zahl der Geburten für den bearbeiteten Zeitraum erhalten, die nahezu denselben Zeitabstand von der Mondeskulmination hatten. Auf Einzelheiten verzichte ich, wie gesagt. Es sollen hier nur die Endsummen gegeben werden. Die mittlere kurze vertikale Linie bedeutet auch hier die Mondeskulmination, die Zahlen sind die Summen für das ganze Jahr.

457		398	
60. 69. 76. 83. 75. 82. 72.		77. 79. 61. 56. 66	59.
452		**392**	
88. 71. 62. 89. 69. 73.		66. 64. 60. 68. 74.	

Erinnern wir uns nun der Behauptung der Samoaner, rechnen eine „Hafenzeit“ von 7 Stunden und summieren also entsprechend den geschlungenen Klammern, so erhalten wir für die zwei Perioden „steigenden Wassers“ 452 und 457 Fälle, für die zwei Perioden sinkenden Wassers 392 und 398 Fälle.

Das heisst, jene Zusammenstellung würde die Behauptung der Samoaner bestätigen. Die Nativität wäre während der „Stunden steigenden Wassers“ sehr merklich größer, als während der „Stunden fallenden Wassers.“

Man wird es, denke ich, begreiflich finden, wenn ich angesichts dieses Ergebnisses, das ich im Juli vorigen Jahres besaß, nämlich der bedeutenden Größe der Differenzen, einen Zufall für ausgeschlossen hielt und bereits beschlossen hatte, das „Samoanische Gesetz der Geburtenfrequenz“ als zuverlässige Thatsache zu veröffentlichen [1]). Um jedoch in einer so wichtigen Sache ganz sicher zu sein, zog ich es schließlich vor, noch ein zweites Material in derselben Weise bearbeiten zu lassen. Und jene Zusammenstellung von etwa 4500 Fällen des Berliner Statistischen Amtes sah dann so hoffnungslos aus, dass ich nunmehr der Ansicht zuneigte, ein wunderbarer Zufall habe mir einen tückischen Streich gespielt, und an der ganzen Sache möchte Nichts

---

1) Später habe ich nach dem Vorgange von Arrhenius obige Zahlenreihe nach der Galle'schen Formel ausgeglichen; man erhält dann folgende Zahlenreihe:

68.2; 70.6; 74.4; 77.3; **78.1**; 77.6; 76.4; 74.7; 71.3; 66.3; **63.3**; 64.3|
68.1; 72.1; 73.2; 73.6; **74.4**; 73.3; 70.6; 67.5; 65.2; **65.0**; 66.3; 67.4.

Der Verlauf der hieraus nach Prozenten vom Mittel (70.8) konstruierten Kurve ist von einer solchen Regelmäßigkeit, dass es schwer ist, an einen Zufall zu glauben. — Maxima und Minima sind durch fetten Druck hervorgehoben.

Digitized by Google

sein. Ich beschloss, sie nur nebenbei gelegentlich als einen misslungenen Versuch zu erwähnen. Die Gesamtsummen für das ganze Jahr lauteten nämlich in diesem Falle wie folgt:

1158 1170

176. 208. 206. 214. 186. 166. 178. 203. 183. 181. 195. 206 | 202.,

1116 1112

194. 171. 208. 185. 173. 185. 197. 185. 185. 193. 176.

Natürlich wurden auch nach verschiedenen Methoden Durchschnittsberechnungen angestellt und mannichfache Kurven konstruiert. Ich unterlasse aber die Reproduktion derselben, da das sehr fragwürdige Ergebnis nicht im Verhältnis mit der aufgewandten Mühe stehen würde. Immerhin aber wollte ich doch jene Zahlen, in denen mehr Arbeit steckt, als man ihnen ansieht, veröffentlichen. Ich überlasse es andern und am besten wohl Behörden, die Sache an einem noch größeren Zahlenmateriale nachzuprüfen. Hierbei würde ich übrigens raten, was ich schon vor Kenntnisnahme der gleich zu erwähnenden Arrhenius'schen Arbeit teilweise gethan, aber nicht durchgeführt habe, auf die Deklination des Mondes Rücksicht zu nehmen. Vielleicht findet sich bei der einen, z. B. nördlichen Deklination, eine mondestägliche Nativitätskurve besser ausgeprägt, als bei der andern, z. B. südlichen. Im Vergleich zu Samoa könnte es vielleicht nicht ohne Belang sein, dass dort im Durchschnitte der Mond eine viel geringere Zenithdistanz hat, als bei uns. Auch könnte wohl die größere Schnelligkeit und Leichtigkeit, mit der sich der Geburtsakt bei Naturvölkern zu vollziehen pflegt, nicht ohne Einfluss sein; immer vorausgesetzt, dass wenigstens ein Körnlein Wahrheit in dem ganzen darauf bezüglichen Samoanischen Volksglauben enthalten ist. Eines der zur Eintragung der Fälle nach Mondesstunden benutzten Formulare hier zu veröffentlichen, lohnt nicht der Mühe, die Beschreibung dürfte genügen. Jedoch stelle ich statistischen Behörden oder Privatpersonen, die eine Untersuchung der Art anstellen wollen, gern ein Exemplar der benutzten Bogen zur Kenntnisnahme zur Verfügung.

Kürzlich (Januar 1899) erhielt ich die Schrift von Arrhenius „Die Einwirkung kosmischer Einflüsse auf physiologische Verhältnisse" im Skand. Archiv f. Phys., VIII. Bd., S. 367 (1898). Im Zusammenhange damit schien mir aber nun meine Statistik denn doch wert, trotz ihres problematischen Ergebnisses etwas ausführlicher mitgeteilt zu werden. Ich erkläre hiermit, dass ich einstweilen nicht die Absicht habe, die Sache nochmals an einer noch größeren Zahl zu prüfen, sondern

Digitized by Google

dies andern überlasse. Statistische Aemter dürften die geeigneten Stellen sein, solche „Auszählungen", aber diesmal nicht nach Sonnen-, sondern nach Mondes-Zeit anzustellen; auch würde ich mit Rücksicht auf Arrhenius' Arbeiten raten, es mit dem Material von anderen Städten zu versuchen[1]). Angesichts des tropischen Ursprungsortes der ganzen Idee läge es nahe, lieber die Geburten einer Stadt von geringerer geographischer Breite zu wählen. Ich vermute, dass die großen Städte Indiens dafür vielleicht am besten wären, wo bei der Vorliebe der Angelsachsen für Statistik eine solche wohl beschaffbar sein wird. Die Mühe ist ziemlich groß und die Größe der Chancen für ein positives Ergebnis mag manchem sehr klein erscheinen. Aber wegen der Wichtigkeit eines etwa doch zu Tage tretenden, einwandsfrei positiven Befundes mag es ratsam sein, sich jener Mühe zu unterziehen. Es giebt übrigens eine Anzahl verschiedener Erwägungen, durch die sich das negative Resultat meiner Berliner Statistik und das — anscheinend — so überaus günstige positive der Charité-Fälle vielleicht erklären ließe; doch sind diese Dinge zu vag und unbestimmt, als dass ihre Erwähnung angezeigt wäre.

Wenn nun jene Geburtenstatistik ein sicheres positives Resultat ergeben hätte, so würde damit das Palolophänomen zwar nicht erklärt sein, wohl aber würde man dann erst recht vermuten, dass meine Behauptung richtig ist, der zufolge die fragliche Erscheinung auf Grund bekannter oder absehbarer Zusammenhänge nicht erklärbar ist. Da nun aber die Geburtenstatistik kein solches Resultat ergab, so hielt ich es für angemessen, meinen Gedankengang einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen. Man bedenke dabei, dass es sich in meiner ersten Mitteilung um eine Art von Beweis per exclusionem handelt. Es wurde der Nachweis versucht, dass eine Erklärung auf Grund bekannter Thatsachengruppen nicht möglich ist, und daraus dann geschlossen, dass die fragliche Erscheinung auf einen unbekannten Zusammenhang hinweist, dessen Ergründung voraussichtlich zu einer sehr erheblichen Bereicherung unseres Wissens führen würde.

Ein solcher Beweis per exclusionen ist nun aber immer einigermaßen gewagt. Es ist immer misslich, beweisen zu wollen, dass etwas, in unserem Falle, dass eine Erklärungsmöglichkeit auf Grund bekannter Zusammenhänge nicht vorhanden sei. Man kann eine solche, trotz aller Sorgfalt, ebenso wie einen sachlichen Gegenstand, übersehen. In der That ist mir bereits ein begründeter Vorwurf der Art gemacht

1) Es erscheint im Hinblick auf die Entdeckungen und Hypothesen von Arrhenius nicht unmöglich, dass die etwa vorhandene Gesetzmäßigkeit in Statistiken verschiedenen Ursprungsortes verschieden gut ausgeprägt ist; auch deswegen ist das anscheinend positive Resultat meiner Charité-Statistik durch das schlechte Ergebnis der zweiten Statistik, trotz der größeren Zahlen der letzteren, nicht als gänzlich widerlegt anzusehen.

Digitized by Google

worden, indem mir der schon erwähnte, neu entdeckte Zusammenhang zwischen einer Periodizität der Luftelektrizität und dem tropischen Monat vorgehalten wurde. Mir war jene Entdeckung damals gänzlich unbekannt. Die Arrhenius'sche Arbeit wird eingehend berücksichtigt werden. Lassen wir sie aber einstweilen noch bei Seite und analysieren von Neuem den Thatbestand der Paloloerscheinung und die daraus zu ziehenden Schlüsse. Es ist sicher, dass die Palolo in einer bestimmten Jahreszeit (was nicht wunderbar ist) zu einem nach dem synodischen Monat jedenfalls ziemlich genau, vielleicht sehr genau berechenbaren Tage zu einer bestimmten Stunde (die an verschiedenen Orten verschieden, an jedem einzelnen der Fundorte aber konstant zu sein scheint) an der Oberfläche des Meeres erscheinen unter den in der ersten Mitteilung ausführlich geschilderten Umständen. Nun wirkt der Mond auf die Erde und alles, was darauf ist, bekannter Weise nur durch das Sonnenlicht, das er reflektiert, und durch die Gravitation. Die direkte Wirkung der letzteren ist gering; aber im Verein mit der Axendrehung der Erde erzeugt die Anziehung des Mondes (wie auch, wenn auch in schwächerem Grade, die der Sonne) die Gezeiten des Wassers und der Atmosphäre. Sehen wir also von den Arrhenius'schen Entdeckungen ab, so bleiben nur das Licht und die Gezeiten übrig, mittels derer der Mond auf die Palolo einwirken könnte. Ein drittes giebt es — so weit unsere Kenntnisse reichen — nicht. Vom Lichte konnte sehr leicht nachgewiesen werden, dass es nicht in Betracht kommt, und gegen die Beweisführung gegen etwaige heliotropische Erscheinungen dürfte wohl ein Einwand nicht möglich sein. Anders betreffs der Gezeiten. Ich selbst habe einen Einwand, den ich damals vielleicht noch nicht hinreichend berücksichtigte, seitdem in Gedanken erweitert, und zweitens hatte Herr Dr. Thilenius die Freundlichkeit, mir brieflich eine Hypothese mitzuteilen, wonach sich vielleicht die Palolosache dennoch mittels der Gezeiten erklären ließe. Es sollen diese zwei Einwände nacheinander durchgenommen werden; aber schon im Voraus sei bemerkt, dass sie nicht stichhaltig sind, sondern dass meine Behauptung zu Recht bestehen bleibt, der zufolge die Gezeiten das Palolophänomen nicht erklären.

Schon auf Seite 352 meiner ersten Mitteilung erwähnte ich flüchtig die Möglichkeit der Annahme, dass gerade die verhältnismäßige Gleichmäßigkeit des Wasserdruckes an den Palolo-Tagen die Reizursache für das Aufsteigen abgeben könnte. Man könnte hypothetisch eine besondere Druckempfindlichkeit der Palolo annehmen und ferner voraussetzen, dass die Palolo durch größere Wasserdruckschwankungen am Aufsteigen gleichsam verhindert würden. Die Annahme hätte ihre Schwierigkeiten; genug, sie wäre möglich. Gegen sie machte ich geltend, erstens, dass an den Tagen der ersten (zunehmenden) Viertel die Gezeitenverhältnisse nach Zeit und Höhe denen des dritten Viertels

Digitized by Google

glichen, die Palolo aber an den ersten Vierteln niemals erschienen; zweitens aber das samoanische Experiment, dass die Palolo auch aus einem Korallenstücke, das in einem Gefäße mit Seewasser verwahrt würde, zur gleichen Stunde zum Vorschein kämen. Beide Widerlegungen mögen aber vielleicht als nicht vollkommen stichhaltig erscheinen. Gegen die erste könnte man einwenden, dass, wie ich schon in der Note auf S. 352 angegeben, der Satz von dem halbmonatlichen Gezeiten-Zyklus gewisse Einschränkungen erfährt, die an gewissen Orten sogar sehr bedeutend sein können. Gegen den zweiten Einwand aber wäre folgendes etwa zu erwidern. Zugegeben, dass die Palolo im Eimer am richtigen Tage zur richtigen Stunde zum Vorschein kamen: Hier war jedenfalls der Wasserdruck so gleichmäßig, wie nur wünschenswert; und dass die Palolo bis zum frühen Morgen oder bis zur zweiten Hälfte der Nacht warteten, liegt möglicherweise an einem negativen Heliotropismus. Sie waren ja erst am Tage vor ihrem normalen Erscheinen in den Eimer gesetzt worden. Niemand kann, bevor es versucht worden ist, wissen, wie der Versuch verläuft, wenn man die Palolohaltigen Korallenstücke nicht am Tage vorher, sondern mehrere Tage vorher in den Eimer legt: vielleicht kann man dadurch die Palolo um einige Tage früher zum Aufsteigen bringen. Thatsächlich wäre dieser Versuch auf alle Fälle, der Sicherheit wegen, rätlich. Natürlich müsste man durch gelegentliches Wechseln des Wassers (schnell vorübergehende Druckschwankungen sind offenbar auch bei unserer hier diskutierten Hypothese belanglos) vor zu großer Erwärmung schützen. Wenn sich dabei die Palolo um einige Tage künstlich verfrühen ließen, so wäre damit ein Wahrscheinlichkeitsbeweis zu Gunsten der hier behandelten Hypothese gewonnen; wenn aber die Palolo trotzdem erst am normalen Tage erschienen, so wäre diese Hypothese definitiv widerlegt. Ich erwarte mit Bestimmtheit, das letztere Ergebnis, und zwar auf Grund der Angaben der amerikanischen Gezeitentafeln. Selbstverständlich kann ich keinerlei Verantwortung für deren Richtigkeit übernehmen. Immerhin ist aber doch bei einem offiziellen Unternehmen der Art die Wahrscheinlichkeit gröberer Fehler gering. Wenn wir uns nun aber einstweilen auf die amerikanischen Gezeitentafeln verlassen, so ergiebt der Vergleich der Gezeitenverhältnisse an den Tagen des dritten Viertels mit denen an den Tagen des ersten Viertels eine so genaue Uebereinstimmung, dass unsere Hypothese, gelinde gesagt, sehr unwahrscheinlich wird. Freilich ist es richtig dass sich die Palolo denjenigen oder einen der wenigen Tage aussuchen, an denen die Amplitüde ein Minimum ist. Ja, in den Jahren, für die die Gezeiten Apias berechnet sind (es ist das erst von 1896 an der Fall!), giebt es allerdings in der Nähe des ersten Viertels keinen Tag, an dem der Abfall vom Mitternachtshochwasser bis zur Sonnenaufgangsebbe ganz so gering wäre, wie am

Digitized by Google

Oktober 1897.

Moon.	Day of— W.	Mo.	Time and Height of High and Low Water.			
S	F	1	3 : 14	9 : 23	15 : 39	22 : 08
			0.6	2.5	0.6	2.8
◑	S	2	4 : 32	10 : 46	16 : 58	23 : 30
			0.8	2.4	0.6	2.8
	S	3	6 : 02	12 : 07	18 : 10	. . .
			0.8	2.5	0.4	. . .
	M	4	0 : 44	7 : 20	13 : 14	19 : 15
			2.9	0.7	2.7	0.3
	Tu	5	1 : 48	8 : 16	14 : 09	20 : 11
			3.1	0.5	2.9	0.1
	W	6	2 : 40	9 : 01	14 : 54	21 : 01
			3.2	0.4	3.1	0.0
	Th	7	3 : 24	9 : 40	15 : 38	21 : 47
			3.3	0.3	3.2	0.0
E	F	8	4 : 04	10 : 17	16 : 19	22 : 30
			3.3	0.2	3.3	0.0
	S	9	4 : 42	10 : 52	16 : 58	23 : 07
			3.3	0.2	3.2	0.2
O	S	10	5 : 17	11 : 25	17 : 34	23 : 42
			3.2	0.2	3.1	0.3
	M	11	5 : 47	11 : 57	18 : 08	. . .
			3.1	0.3	3.0	. . .
	Tu	12	0 : 12	6 : 18	12 : 32	18 : 42
			0.5	2.9	0.4	2.8
	W	13	0 : 42	6 : 50	13 : 07	19 : 10
			0.7	2.8	0.6	2.6
A	Th	14	1 : 15	7 : 26	13 : 42	19 : 47
			0.9	2.6	0.7	2.5
N	F	15	1 : 55	8 : 08	14 : 25	20 : 32
			1.0	2.5	0.9	2.4
	S	16	2 : 43	8 : 55	15 : 14	21 : 31
			1.1	2.4	1.0	2.3

November 1897.

Moon.	Day of— W.	Mo.	Time and Height of High and Low Water.			
◑	M	1	5 : 44	11 : 42	17 : 47	. . .
			0.8	2.8	0.4	. . .
	Tu	2	0 : 20	6 : 48	12 : 44	18 : 50
			3.1	0.7	2.9	0.4
	W	3	1 : 20	7 : 40	13 : 38	19 : 47
			3.1	0.6	3.1	0.3
E	Th	4	2 : 10	8 : 27	14 : 28	20 : 38
			3 2	0.6	3.2	0.3
	F	5	2 : 54	9 : 08	15 : 15	21 : 28
			3.3	0.4	3.2	0.3
	S	6	3 : 38	9 : 46	15 : 57	22 : 08
			3.2	0.4	3.2	0.3
	S	7	4 : 14	10 : 25	16 : 35	22 : 44
			3.1	0.4	3.2	0.5
O	M	8	4 : 48	11 : 00	17 : 12	23 : 16
			3.0	0.4	3 0	0.7
	Tu	9	5 : 20	11 : 32	17 : 44	23 : 47
			3.0	0.5	2.9	0.8
A	W	10	5 : 51	12 : 05	18 : 15	. . .
			2.9	0.7	2.8	. . .
N	Th	11	0 : 19	6 : 26	12 : 38	18 : 47
			0.9	2.8	0.8	2.7
	F	12	0 : 55	7 : 03	13 : 16	19 : 27
			0.9	2.7	0.9	2.6
	S	13	1 : 37	7 : 47	14 : 00	20 : 12
			1.0	2.6	1.0	2.6
	S	14	2 : 25	8 : 30	14 : 44	21 : 04
			1.0	2.5	1.1	2.6
	M	15	3 : 21	9 : 24	15 : 38	22 : 02
			1.0	2.5	1.1	2.7
	Tu	16	4 : 25	10 : 30	16 : 41	23 : 05
			1.0	2.5	1.0	2.8

Digitized by Google

	S	17	3 : 45	9 : 59	16 : 15	22 : 40
			1.1	2.3	1.1	2.4
◐	M	18	5 : 02	11 : 13	17 : 30	23 : 50
			1.1	2.3	1.0	2.5
	Tu	19	6 : 12	12 : 25	18 : 38	. . .
			0.9	2.4	0.9	. . .
	W	20	0 : 50	7 : 12	13 : 23	19 : 28
			2.8	0.9	2.5	0.6
	Th	21	1 : 44	8 : 04	14 : 08	20 : 16
			3.0	0.8	2.7	0.4
E	F	22	2 : 32	8 : 50	14 : 52	21 : 02
			3.2	0.6	2.9	0.2
	S	23	3 : 18	9 : 32	15 : 34	21 : 48
			3.5	0.4	3.1	0.1
	S	24	4 : 04	10 : 16	16 : 18	22 : 32
			3.5	0.2	3.2	0.0
●	M	25	4 : 48	11 : 00	17 : 05	23 : 20
			3.4	0.2	3.3	0.0
P	Tu	26	5 : 32	11 : 45	17 : 55	. . .
			3.3	0.3	3.3	. . .
	W	27	0 : 08	6 : 21	12 : 32	18 : 45
			0.1	3.3	0.3	3.3
S	Th	28	1 : 04	7 : 11	13 : 25	19 : 42
			0.3	3.0	0.4	3.2
	F	29	2 : 02	8 : 12	14 : 26	20 : 48
			0.5	2.8	0.5	3.1
	S	30	3 : 10	9 : 20	15 : 32	22 : 00
			0.7	2.7	0.5	3.1
	S	31	4 : 28	10 : 32	16 : 40	23 : 12
			0.8	2.7	0.5	3.0

◐	W	17	5 : 28	11 : 34	17 : 42	. . .
			0.9	2.5	0.9	. . .
	Th	18	0 : 06	6 : 28	12 : 32	18 : 42
			3.0	0.8	2.6	0.7
E	F	19	1 : 03	7 : 21	13 : 26	19 : 39
			3.1	0.7	2.8	0.5
	S	20	1 : 57	8 : 13	14 : 19	20 : 35
			3.3	0.6	3.0	0.3
	S	21	2 : 50	9 : 04	15 : 12	21 : 28
			3.4	0.5	3.2	0.2
	M	22	3 : 39	9 : 52	16 : 03	22 : 18
			3.4	0.4	3.4	0.2
●	Tu	23	4 : 29	10 : 40	16 : 54	23 : 10
			3.3	0.3	3.5	0.2
P	W	24	5 : 20	11 : 31	17 : 43	. . .
			3.3	0.3	3.6	. . .
S	Th	25	0 : 02	6 : 12	12 : 21	18 : 38
			0.3	3.2	0.3	3.5
	F	26	0 : 58	7 : 05	13 : 15	19 : 37
			0.4	3.1	0.3	3.5
	S	27	1 : 56	8 : 00	14 : 12	20 : 37
			0.7	3.0	0.3	3.5
	S	28	3 . 00	9 : 01	15 : 11	21 : 40
			0.7	2.9	0.4	3.4
	M	29	4 : 04	10 : 04	16 : 14	22 : 41
			0.8	2.9	0.4	3.3
◑	Tu	30	5 : 06	11 : 08	17 : 16	23 : 42
			0.8	3.0	0.5	3.1

The tides are placed in the order of occurrence, with their times on the first line and heights on the second line of each day; a comparison of consecutive heights will indicate whether it is high or low water.

The time used is Mean Local Civil for the meridian 171° 44′ W.; 0h is midnight, 12h is noon; all hours less than 12 are in the morning, all greater are in the afternoon, and when diminished by 12 give the usual reckoning; for instance 15h is 3 p. m. The heights, in feet and tenths, are reckoned from the Harmonic Tide Plane, which is approximately the datum of soundings on the Admiralty Charts for this region, and which is 1.7 feet below mean sea level. Symbols and abbreviations relating to the moon: ●, new moon; ◑, 1st quar.; O, full moon; ◐, 3d quar.; E, moon on the equator; N, S, moon farthest north or south of the equator; A, P, moon in apogee or perigee.

Digitized by Google

Palolotage in der Nähe des dritten Viertels. Doch ist der Unterschied wohl allzugering, als dass er in Betracht kommen könnte. Da hier und später eine genaue Kenntnis der Gezeiten in Apia an den Tagen der Palolo, ferner an den Tagen der ersten Viertel und, für andere Ueberlegungen, auch die Gezeiten an den Tagen von Neu- und Vollmond von Belang sind; und weil es ferner nicht unwahrscheinlich ist, dass Andere wiederum verschiedene Erwägungen auf Grund der Gezeiten von Apia in den fraglichen Monaten anstellen; so scheint es am besten, einfach jene zwei Columnen der „Tide Tables" (By the U. S. Coast and Geodetic Survey, W. W. Duffield Superintendent, Washington, Government Printing Office) für Apia, Oktober und November 1897, vollinhaltlich zu reproduzieren, was hiermit — S. 250 u. 251 — geschieht. Es kann danach jeder, der sich für die Angelegenheit interessiert, die hier diskutierten Fragen prüfen und sich ihm etwa aufsteigende Fragen ähnlicher Art selbst beantworten.

Bei Durchsicht der amerikanischen Gezeitentafeln fand sich übrigens auch, dass in meiner ersten Mitteilung insofern ein Versehen enthalten ist, als es da heisst (S. 351), dass die Palolo „bei sinkendem Wasser, nicht lange vor Erreichung der tiefsten Ebbe" erschienen. Vorstehende Ziffern zeigen, dass die Palolo vielmehr kurze Zeit nach Erreichung des tiefsten Wasserstandes auftreten. Eine Folgerung gegen meine sonstigen Schlüsse ergiebt sich aber aus jenem Versehen nicht, und es genügt, dasselbe hier einfach zu berichtigen.

Eine zweite Hypothese, um die Palolosache durch die Gezeiten zu erklären, hatte Herr Dr. Thilenius die Freundlichkeit, mir brieflich mitzuteilen und mich zu ihrer Benutzung zu ermächtigen. Ich lasse hier den betreffenden Teil seines von Tauranga, Neu-Seeland vom 14. Dezember 1898 datierten Briefes im Wortlaute folgen: „Es ist Glaube unter Jägern und Sammlern, dass junge Weibchen später „legen" als alte. Ich habe das bei *Uromastix acanthinurus* im Sommer 1896 in der Saharasteppe beobachtet, fand es jetzt für *Hatteria* bestätigt, und kann hinzufügen, dass ich bei beiden Sauriern junge Männchen später begattungslustig fand, als alte. Ins biologische übersetzt bedeutet das mir: Bei jungen geschlechtsreifen Individuen tritt die Reife der Geschlechtsprodukte später ein, als bei alten Exemplaren. Auf dem Umwege über einen zwar beliebten, aber sehr gefährlichen Analogieschluss — der noch zu beweisen ist — sehe ich im Oktoberpalolo die Entladung alter, im Novemberpalolo junger Anneliden, Aphroditen u. s. w. Dass der Palolo irgend etwas mit dem Monde zu thun hat, scheint mir zweifellos, wunderbar bleibt nur, dass es gerade das Mondviertel ist, welches die Entleerung befruchtungsreifer Eier und Spermatozoen auslöst, dass ferner ein ganzer Monat zwischen den zwei Palolozeiten vergeht, welcher frei von Palolo ist, obgleich bei der Annahme alter und junger Anneliden

Digitized by Google

eine Entleerung durch diese ganze Zeit hindurch erwartet werden müsste. Vielleicht bietet sich ein Weg für fernere Untersuchungen, wenn man den Palolo aus dem letzten Mondviertel herausschafft, welches mit dem ersten übereinstimmende Bedingungen bietet und die Frage verwirrt. Ich vermute folgendes: die entleerten Geschlechtsprodukte sind „befruchtungsreif". Diesem Zustande musste (nach Analogie!!!) ein Reifeprozess vorausgehen. Dieser Reifeprozess — wozu ich Richtungskörperchen und Bildung der Eihülle u. s. w. rechne — könnte während der Zeit vom Vollmond ab stattfinden, d. h. der „Vollmond" löst die Eireife aus. Ich lege den Nachdruck auf Reife, nicht Entleerung der Geschlechtsprodukte. Es könnte dies erklären, dass je einmal im Oktober und November Eier und Sperma zu reifen beginnen. Vom November resp. Dezember ab ist die Regeneration des Palolo als beginnend anzunehmen. Aeltere Tiere, welche dieselbe im Oktober vollenden, werden mit dem Vollmonde dieses Monats in den Reifeprozess eintreten; jüngere müssen bis zum folgenden warten. Mit dem Vollmonde haben wir Springebbe, d. h. da die Anneliden, wie wir getreu der eingeborenen Ueberlieferung gefunden haben, im flachen Wasser tote Korallen bewohnen, so erfolgt einmal im Monat eine besonders weitgehende Entblössung des Riffes, d. h. eine vermehrte Insolation, besonders durch rote Strahlen, deren Bedeutung ja über der Diskussion steht, wo es sich um Biologie handelt.

Es wäre dies eine „Denkbarkeit etc.". Soweit Herr Thilenius. — Leider wird auch diese Annahme, die an sich ganz annehmbar wäre und die übrigens auch in einer Variante auf S. 353 meiner ersten Mitteilung vorkommt — ich hatte hier nicht an das Sonnen-, sondern an das Mondeslicht gedacht — durch einen Blick auf die Gezeitentafeln widerlegt. Natürlich findet am Tage des Vollmondes Springebbe statt, die zudem ungefähr auf die Mittagsstunde fällt und daher einer starken Insolation der entblößten Teile des Riffes so günstig wie möglich ist. Allein, eine solche Springebbe findet zu denselben Stunden auch an den Tagen des Neumondes statt. Herr Thilenius hat diesen Umstand entweder übersehen oder, was eher anzunehmen, an eine merkliche Unregelmäßigkeit der Gezeiten bei Samoa gedacht, d. h. an die Möglichkeit eines Ueberwiegens der Vollmondsspringebbe gegenüber der Neumondsspringebbe. Es ist dies nun aber, wie die amerikanischen Gezeitentafeln lehren, eben nicht der Fall, und die Hypothese ist somit widerlegt, im Einklange mit den Betrachtungen, denen zufolge, wie ich auf S. 352 meiner ersten Mitteilung ausführte, jede ausdenkbare Erklärung der Erscheinung nur mit Hilfe der Gezeiten scheitern muss. Der Gezeitenzyklus ist thatsächlich bei Samoa mit sehr großer Genauigkeit ein halb- und kein ganzmonatlicher.

Nebenbei sei noch eine teleologische Erwägung gestattet, die ich als rein thatsächlich, ohne Hintergedanken nach der einen oder andern

Digitized by Google

Seite anführe. Die Palolo suchen sich nämlich in den Wochen des abnehmenden Mondes gleichsam den für die Befruchtung offenbar günstigsten Zeitpunkt nach Tag und Stunde aus. Die der Befruchtung vermutlich hinderlichen Gezeitenströme sind ein Minimum, erstens, weil die Gezeitenamplitüde an jenen Tagen ein Minimum ist; und zweitens wählen sie eine Stunde der Umkehr der Gezeiten; drittens endlich eine Zeit, während welcher die an sich geringen Gezeitenströme vom Meere in die Lagune gerichtet sein müssen. Es findet also die möglichst geringe Störung durch jene Ströme statt und zweitens ist jedenfalls die Gefahr ausgeschlossen, dass die Eier vor oder nach ihrer Befruchtung durch die Ströme ins offene Meer hinausbefördert werden.

Kurz und allgemein gesagt, zeigen die Gezeitentafeln, dass thatsächlich die Gezeitenverhältnisse an den Tagen des ersten Viertels denen an den Tagen des letzten Viertels, die Gezeitenverhältnisse an den Tagen des Vollmondes denen an den Tagen des Neumondes mit einer hinreichenden Genauigkeit entsprechen; mit andern Worten, dass etwa zu argwöhnende Unregelmäßigkeiten dort nicht stattfinden und dass daher die hieraus gezogenen Schlussfolgerungen meiner ersten Mitteilung zu Recht bestehen bleiben: Jeder Erklärungsversuch der Erscheinnung mittelst der Gezeiten und nur der Gezeiten scheitert an der Thatsache, dass die Palolo nur an den Tagen der dritten und nicht auch an denen der ersten Viertel der beiden in Betracht kommenden Monate auftreten.

Bei weitem am wichtigsten und ganz verschieden von den vorigen sind die Einwendungen und der Erklärungsversuch von Svante Arrhenius in dessen Abhandlung „Die Einwirkung kosmischer Einflüsse auf physiologische Verhältnisse“ in dem „Skandinavischen Archiv für Physiologie“, VIII. Band, 1898, S. 367. Arrhenius bestreitet meine Prämissen, dass der Mond nur durch Licht und durch Gravitation und deren Folgen auf unsere Erde wirke. Denn er hat im Verein mit Ekholm entdeckt, dass der Mond einen Einfluss auf den Gang der Luftelektrizität ausübt. Und zwar ist es nicht der populär geläufigere synodische (Phasen-)Monat, sondern der tropische Monat, dessen Periode sich in derjenigen der Luftelektrizität widerspiegelt. Der tropische Monat, d. h. die Zeit, welche der Mond braucht, um den Cyklus seiner Deklinationen zu durchlaufen, beträgt 27. 32 Tage. Zu dieser Periode kommt eine andere von 25. 93 Tagen, deren Existenz nach Arrhenius gleichfalls feststeht, und die vielleicht mit der Sonne zusammenhängt. Wie der Mond bei seinem tropischen Umlaufe jene Einwirkung auf die Luftelektrizität ausüben mag, giebt Arrhenius in anderen Abhandlungen an, wenn auch nur als Hypothese. Die Wirkung der Luftelektrizität auf das biologische Geschehen denkt sich Arrhenius folgen-

Digitized by Google

dermaßen: es sollen unter dem Einflusse des höheren Potentialgefälles chemische Stoffe entstehen, die dann wiederum auf die lebende Natur wirken. So mancher wird beim Lesen dieser Zeilen den Kopf schütteln; ich gestehe, dass es mir selbst nicht anders ergangen ist, dass ich aber nach reiflicher und vorurteilsfreier Ueberlegung und Würdigung der von Arrhenius durch Bearbeitung eines umfangreichen statistischen Materials gewonnenen Resultate dazu gekommen bin, die Sache für wahrscheinlich richtig zu halten. Die biologischen Erscheinungen, an denen sich jener Einfluss zeigt, oder mit andern Worten, an denen sich jene zwei Perioden widerspiegeln, sind, so weit Arrhenius die Sache bisher veröffentlicht hat, die Menstruation und (im Zusammenhange damit) die Nativität sowie die Häufigkeit epileptischer Anfälle. Natürlich, wie ich beiläufig erwähnen will, ist die Nativitäts-Statistik von Arrhenius von der meinigen verschieden, insofern es sich bei ihm um die Bevorzugung gewisser Tage im tropischen Monate, bei mir hingegen um die Bevorzugung gewisser Stunden im Mondestage handelt. Freilich vermute ich, dass, wenn anders meine Statistik bei Bearbeitung grösseren Materials zu einwandsfrei positiven Ergebnissen führen sollte, Arrhenius auch hierfür die Luftelektrizität als Erklärung herbeiziehen würde, da diese nach seiner Angabe (S. 368) außer der tropisch-monatlichen noch eine mondestägliche Periode hat. Dass es sich, die Richtigkeit der Arrhenius'schen Aufstellungen vorausgesetzt, um Dinge von einer sehr großen und weittragenden Wichtigkeit handelt, ist zweifellos. Ja, ich vermute, dass man die Bedeutung der Sache schwerlich überschätzen kann. Ich komme nunmehr aber zu Arrhenius' Bemerkungen zu der Palolosache.

Arrhenius sagt auf Seite 406 seiner erwähnten Abhandlung: „Nun referieren wohl die Samoaner, und nach diesen Dr. Friedländer, das eigentümliche Verhalten des Palolowurmes zu dem synodischen Monat, aber da die Erscheinung immer zu derselben Jahreszeit eintrifft, so entspricht das letzte Viertel auch einer bestimmten Stellung des Mondes im tropischen Monat, und zwar in dem vorliegenden Fall etwa 3—4 Tage nach dem tiefsten Stande des Mondes unter dem Horizont (Apia liegt südlich vom Aequator). Nun liegen keine Beobachtungen über den Gang der Luftelektrizität in diesen Gegenden vor, es ist aber wahrscheinlich, dass die Luftelektrizität da ein Maximum in der Nähe der Zeit besitzt, wenn der Mond am tiefsten unter dem Horizont steht."

Die Bemerkung von Arrhenius, dass das letzte Viertel, da es sich immer um dieselbe Jahreszeit handelt, auch eine bestimmte Stellung des Mondes im tropischen Monat involviert, ist natürlich richtig. Und wenn die Palolo nur in einem Monate, entweder im November oder aber im Oktober erschienen, so wäre die Entscheidung

Digitized by Google

schwer, ob der wesentliche Umstand in der Phase, d. h. der Stellung des Mondes in synodischen oder aber in seiner Stellung im tropischen Monate zu suchen wäre. Nun erscheinen aber die Palolo in zwei verschiedenen Monaten, in denen die letzten Viertel bereits, wie sogleich gezeigt werden wird, doch schon merklich verschiedenen Stellungen des Mondes im tropischen Monat entsprechen. Wenn Arrhenius Recht hätte, so sollte man erwarten, dass, wenn der Palolotag im Oktober der Tag vor dem letzten Viertel oder jener Tag selbst ist, dass dann der Palolotag des November einige Tage vor dem letzten Viertel dieses Monats eintreffen sollte. Hierzu kommt aber die Angabe der von Collin gesammelten Fälle, in denen der Palolo in einem ganz andern Monate auftrat, aber dennoch das letzte Viertel innehielt. Wenn die jener Angabe zu Grunde liegenden Beobachtungen absolut zuverlässig wären, so würde darin eine offenbare Widerlegung der Arrhenius'schen Ansicht liegen. Aber auch schon der Vergleich der Oktober- und Novembertage wirft, wie mir scheint, auf die Hypothese von Arrhenius ein etwas bedenkliches Licht. Gehen wir daher die verschiedenen Palolotage an der Hand des Deutschen nautischen Jahrbuches durch. Es ist dabei zur Bequemlichkeit die Breite Apias auf 11 h 30 M. westlich von Greenwich abgerundet. Die Mondesdeklinationen bezog ich auf 4 h 30 M. Morgens Apia Ortszeit; sie mussten, da sie nicht für alle Stunden angegeben sind, interpoliert werden, der hierbei entstehende Fehler ist aber viel zu gering, um irgend wie in Betracht zu kommen.

Die Angaben sind den Deutschen nautischen Jahrbüchern entnommen, mit Ausnahme der Zeitpunkte des Durchganges des Mondes durch die Ekliptik, die Herr Witt, der Astronom der hiesigen „Urania-Sternwarte" für mich aus astronomischen Ephemeriden auszuziehen die Güte hatte; seine Angaben waren ursprünglich nach astronomischem Datum, aber nach mitteleuropäischer Zeit gemacht; ich habe daher zur Reduktion auf die sonst hier angewandte Greenwich-Zeit von einer jeden seiner Angaben eine Stunde subtrahiert. Die Einrichtung der folgenden Liste ist aus den Ueberschriften ohne weiteres ersichtlich. Es wurden nur solche Palolotage benutzt, die als ganz sicher gelten dürfen und außerdem jedesmal nur der Haupttag in Rechnung gebracht; denn es fehlt an einem irgendwie zureichenden Maße, „wie viel" Palolo es an den Nebentagen gab, und ob ihre Zahl es berechtigt erscheinen lasse, auch den Nebentag zu berücksichtigen.

Die Spalte D der nachstehenden Tabelle zeigte, um welchen Zeitunterschied das Auftreten der Palolo abwich vom Eintritt des Viertels; es waren von fünf Palolotagen im Maximum 29 h 9 M., im Minimum 7 h 7 M. Der größte Unterschied jener Zeitabweichungen vom Eintritt des letzten Viertels beträgt demnach etwa 22 h. Spalte G hingegen zeigt den Zeitunterschied zwischen dem Aufsteigen der Palolo und der

Digitized by Google

A. Palolotag und -Stunde nach Apia-Orts-Zeit.	B. Palolotag und -Stunde nach astronomischer Zeit.	C. Tag und Stunde (astron.) des letzten Viertels.	D. Zeitdifferenz zwischen B und C (—: B früher als C).	E. Deklination des Mondes zur Zeit des Palolo-áufstieges (+ = nördlich).	F. Tag, Stunde und Betrag der vorauf-gegangen nördlichen Maximal-Deklination.	G. Zeitdifferenz zwischen B und F. (+: B später als F).	H. Der dem Palolotage nächste Durchgang des Mondes durch die Ekliptik von N. nach S.	J. Zeitdifferenz zwischen B und H —: B früher als H. +: B später als H.
1. 10. Okt. 1895 4 h 30 Min. Morgens	10. Okt. 1895 4 h	11. Okt. 1895 2 h 34 Min.	— 22 h 34 Min.	+ 28° 7′ 58″	+ 28° 26′ 58″ am 9. Okt. 1895 12 h	+ 16 h	14. Okt. 1895 22 h	— 114 h
2. 9. Nov. 1895 4 h 30 Min. Morgens	9. Nov. 1895 4 h	9. Nov. 1895 11 h 7 Min.	— 7 h 7 Min.	+ 19° 5′ 23″	+ 28° 16′ 33″ am 5. Nov. 1895 18 h	+ 82 h	11. Nov. 1895 2 h	— 46 h
3. 28. Okt. 1896 4 h 30 Min. Morgens	28. Okt. 1896 4 h	29. Okt. 1896 3 h 21 Min.	— 23 h 21 Min.	+ 23° 37′ 38″	+ 27° 33′ 23″ am 25. Okt. 1896 18 h	+ 60 h	30. Okt. 1896 5 h	— 49 h
4. 17. Okt. 1897 4 h 30 Min. Morgens	17. Okt. 1897 4 h	18. Okt. 1897 9 h 9 Min.	— 29 h 9 Min.	+ 24° 47′ 19″	+ 26° 27′ 7″ am 15. Okt. 1897 12 h	+ 40 h	18. Okt. 1897 22 h	— 42 h
5. 16. Nov. 1897 4 h 30 Min. Morgens	16. Nov. 1897 4 h	17. Nov. 1897 2 h 2 Min.	— 22 h 2 Min.	+ 15° 22′ 21″	+ 26° 15′ 44″ am 11. Nov. 1897 18 h	+ 106 h	15. Nov. 1897 0 h	+ 28 h

Digitized by Google

vorangegangenen nördlichen Maximaldeklination des Mondes; einen Zeitunterschied, der maßgeblich ist für das Verhältnis des Palolotages zur Mondesstellung im tropischen Monat. Wir finden hier im Minimum 16 h, im Maximum aber 106 h, also eine Differenz von 90 h. In Spalte I endlich findet man den Zeitunterschied zwischen Paloloerscheinung und dem nächstliegenden Durchgange des Mondes durch die Ekliptik, den ich der Vollständigkeit wegen mit anführe, obwohl von vornherein kein Grund vorliegt, ihm eine Bedeutung beizumessen; er variiert von —114 bis zu + 28 h, in maximo also gar um 142 h. Die Tabelle zeigt, dass der Palolo, so weit unsere Kenntnis bisher reicht, sich jedenfalls anscheinend mit viel größerer Genauigkeit nach dem synodischen, als nach dem tropischen Monat richtet. Das spricht zunächst gegen den Erklärungsversuch von Arrhenius, wenngleich ich wohl einsehe, dass damit die Sache durchaus noch nicht vollständig widerlegt ist. Man könnte nämlich folgendes annehmen. Vielleicht hat Arrhenius insofern recht, als die Stellung des Mondes im tropischen Monat allerdings in Betracht kommt, indem etwa eine nördliche Deklination aus irgend welchen Gründen, beispielsweise wegen eines Einflusses auf die Luftelektrizität, notwendig ist. Es würde dann erklärt sein, warum der Palolo an den ersten Vierteln nicht erscheint. Bei Zugrundelegung dieser Annahme bedarf es dann einer weiteren, die sich auf den synodischen Monat, d. h. auf die hauptsächlich von diesem abhängigen Gezeiten bezieht: Der Palolo wird vielleicht durch stärkere Schwankungen des Wasserdruckes am Aufsteigen gehindert.

Mit anderen Worten, das Zusammentreffen mit dem Viertel in zwei benachbarten, und wenn man den von Collin mitgeteilten Ausnahmsfällen hinreichende Zuverlässigkeit beimessen will, gelegentlich auch in andern Monaten spricht für eine Abhängigkeit vom synodischen Monat oder von damit zusammenhängenden periodischen Erscheinungen, wie den Gezeiten. Zur Erklärung des Umstandes, dass die Tiere nur am letzten und nicht auch am ersten Viertel erscheinen, diente dann die Arrhenius'sche Annahme einer Abhängigkeit vom tropischen Monate oder von Erscheinungen, deren Periode mit diesem zusammentrifft.

Es ist bisher nicht möglich, etwas anderes zu thun, als die verschiedenen Denkbarkeiten und Möglichkeiten aufzuführen. Eine Entscheidung wird sich wahrscheinlich erst durch den Versuch erlangen lassen; ehe man aber solche anstellt, ist es notwendig, sich über die Fragestellung ganz klar zu sein. Und als Beiträge hierzu werden, wie ich hoffe, die vorstehenden Ausführungen vielleicht nicht unnütz sein. Ohne ein systematisches Nachdenken gerät man nämlich hier fast unfehlbar auf Abwege.

Digitized by Google

Die „Abhängigkeit biologischer Erscheinungen von kosmischen Einflüssen“ erhält leicht einen etwas mystischen, um nicht zu sagen, astrologischen Anstrich, oder es klingt doch wenigstens jener Ausdruck einigermaßen verdächtig in dieser Beziehung. Man thut daher gut, sich klar zu machen, dass dies in Wahrheit keineswegs zutrifft. Der Ausdruck „kosmische“ Einflüsse besagt im Grunde nur, dass wir die verbindenden Glieder noch nicht kennen, oder, im Hinblick auf die Entdeckung von Arrhenius und Ekholm, wenigstens noch nicht hinreichend kennen, so dass sie jedermann geläufig wären. Sehr weittragende „kosmische Einflüsse“ sind ja alltäglich, und werden gleichsam zu Trivialitäten, sobald uns der Mechanismus des Zusammenhangs bekannt ist. Man spricht dann nicht mehr von „kosmischen Einflüssen“, sondern drückt die Sache lieber anders aus. Dass beispielsweise in allen Ländern, besonders den gemäßigten Zonen, beinahe alle physiologischen Erscheinungen auf das Stärkste von dem Deklinationscyclus der Sonne, Jahr genannt, abhängen und außerdem noch von dem scheinbaren täglichen Umlaufe dieses Weltkörpers, ist sicherlich auch ein „kosmischer Einfluss“ auf biologisches Geschehen. Nur ist uns hier der Mechanismus leidlich bekannt, indem wir wissen, dass von den astronomischen Erscheinungen Licht und Wärme und von diesen wiederum die Lebenserscheinungen abhängig sind. Da wir dies wissen, so reden wir eben, wie bemerkt, in der Regel nicht mehr von „kosmischen“ Einflüssen, und die ganze Sache ist weit davon entfernt, uns als etwas besonders Geheimnisvolles zu berühren; obwohl übrigens im Einzelnen der Mechanismus der Wärme- und Lichtwirkung noch genug Material zu neuen Entdeckungen enthält. Der Ausdruck „kosmische Einflüsse“ ist demnach ein Provisorium. Wenn sich die Arrhenius'sche Auffassung bewahrheitet, dass der Mond in seinem tropischen Umlaufe eine Periodizität der Luftelektrizität hervorruft, und dass diese wiederum auf die belebte Natur von tiefgreifendem Einflusse ist; so wird man auch in unserem Gebiete bald aufhören, von „kosmischen“ Einflüssen zu reden und die fraglichen Erscheinungen eben einfach auf die Luftelektrizität zurückführen. Ganz so einfach oder günstig, wie in dem oben angezogenen Vergleiche steht die Sache hier aber freilich nicht. Denn jene Abhängigkeit des Ganges der Luftelektrizität, wenn sie eine erweislich richtige und allgemeine Thatsache ist, würde zunächst eben nur eine statistisch feststellbare Thatsache sein. Der Mechanismus eines Zusammenhanges hingegen zwischen Stellung des Mondes im tropischen Monat und Intensität der Luftelektrizität scheint bisher nur hypothetisch erklärbar. Es wäre dies ein physikalisch-kosmisches Rätsel, wie es deren mehrere ganz ähnliche giebt, beispielsweise die Zusammenhänge verschiedener Erscheinungen mit den bekannten Perioden der Sonnenfleckenhäufigkeit. Zweitens aber scheint mir der etwa bestehende Zusammenhang zwischen Luftelektrizität und Biologie gleichfalls noch

Digitized by Google

recht rätselhaft, trotz der Andeutungen von Arrhenius. Wenn daher Arrhenius sagt, die Paloloerscheinung brauchte im Lichte seiner Entdeckungen nicht „als völlig rätselhaft" bezeichnet zu werden (S. 407), so kann ich ihm hierin nicht ganz Recht geben, obwohl ich dankbar anerkenne, dass Arrhenius und meines Wissens er allein wenigstens einen Weg gewiesen hat, auf dem dereinst eine Erklärung sich ergeben könnte. Es hat mich auch besonders und aufrichtig gefreut, dass Arrhenius die Ehre der Entdeckung nicht den Europäern, sondern den Samoanern zollt. Der jedem Weltreisenden, aber auch nur diesem, aus mannigfacher Erfahrung bekannte, geradezu ungeheuerliche Rassendünkel des weißen Mannes und sein Hochmut gegen die Farbigen ist wirklich etwas, das man im Interesse der Gerechtigkeit und höheren Gesittung auf Schritt und Tritt bekämpfen sollte. Wenn sich daher beispielsweise die Behauptung der Samoaner betreffs eines Einflusses der Mondstunde auf die Nativität bewahrheiten sollte, so würde ich auch vorschlagen, jene Beziehung als das „Geburtengesetz der Samoaner" zu bezeichnen, auf dass der Name jenes Volkes in der Wissenschaft weiter lebe, auch zu Zeiten, wo die Samoaner selbst der Hab- und Herrschsucht der Weißen geopfert sein werden[1]).

Zum Schlusse möchte ich noch einigen Herren für ihre belehrenden Zuschriften herzlichst danken. Der deutsche Konsul in Levuka, Viti, Herr Paul Hörder, hatte die Freundlichkeit, mich von dem Ausfall des letzten Palolotages daselbst brieflich in Kenntnis zu setzen. Er fand statt am 7. November 1898; schon am Tage vorher, dem 6. November, ist eine Menge von Palolo gefangen worden. Die ersten stiegen auf 4h 10 M., um 4h 30 fand eine bedeutende Steigerung statt. Um 4h 30 war es trotz bewölkten Himmels bereits hell. Ich erinnere dabei an die südlichere Lage der Fidschi-Inseln, nicht weit vom südlichen Wendekreise; und, wie schon früher, daran, dass Fidschi Datum östlicher Länge („australisches") rechnet. Der 180. Meridian geht durch die Gruppe selbst. Der 7. Nov. 1898 4h Morgens in Levuka bedeutet also nach astronomischer Rechnung den 6. Nov. 1898 4h. Das letzte Mondesviertel fand statt am 6. Nov. 14h 28M. astron. Zeit. Jener Tag fügt sich also wiederum der Regel.

Herrn Professor H. H. Behr von der Academy of Sciences in San Francisco verdanke ich endlich den brieflich mitgeteilten Hinweis auf eine andere Erscheinung, die gleichfalls auf „kosmische Einflüsse" deutet. Er schreibt mir, dass die *Oxyuris vermicularis* heißenden Plagegeister unserer Kinder ihre Auswanderungen in den Mastdarm nicht nur, wie altbekannt, Nachts zu vollführen

1) Vergl. die Aufsätze desselben Verfassers: „Rassenfragen in der Völkergeschichte" in: Neue deutsche Rundschau, 1895 und „Samoa", in Westermann's Monatsheften, 1899.

Digitized by Google

pflegen, sondern dass sie auch eine Vorliebe für die Vollmondsnächte zeigen. Meinem Gewährsmanne ist es in seiner ärztlichen Praxis, wie er mir schreibt, öfters vorgekommen, dass er an solchen gleichzeitig zu verschiedenen Familien gerufen wurde, um Kinder von den *Oxyuris* zu befreien. — Aerzte, denen ein größeres Material zugänglich ist, sollten auf diesen Punkt ihr Augenmerk richten.

Herr Dr. Funk in Apia stellte mir zur Konservation und Sortierung meines Materials sein Arbeitszimmer mehrfach zur Verfügung, ebenso die Einsicht in seine Nautischen Jahrbücher; Herrn Korvettenkapitän Winkler verdanke ich Angaben über die Gezeitenverhältnisse und den Hinweis auf die amerikanischen Gezeitentafeln; meinem Freunde Herrn Stabsarzt Dr. Otto Huber die Uebermittlung der Geburtenfälle der Charité. Mein verehrter Lehrer Herr Geheimrat Prof. F. E. Schulze hat mich mit einer Empfehlung an die Behörden versehen. Allen diesen Herren meinen verbindlichsten Dank auch hier nochmals auszusprechen ist mir eine angenehme Pflicht.

Was die in meiner ersten Mitteilung in Aussicht gestellte systematische Bearbeitung der Palolo anbetrifft, so hatte Herr Geheimrat E. Ehlers die Güte, dieselbe zu übernehmen. Sie ist veröffentlicht in den „Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse, 1898, Heft 4."

Erst nach Niederschrift dieser Zeilen erhielt ich die letzte Veröffentlichung des Herrn Dr. Krämer[1]), an die ich nur einige Bemerkungen zu knüpfen habe, da der größere Teil ihres Inhalts durch die inzwischen erfolgte Publikation von Ehlers als erledigt anzusehen ist. Nur die Besorgnis, bei demjenigen Teile des Publikums, der die Angelegenheit nur obenhin verfolgt, in ein falsches Licht zu geraten, sowie der Wunsch, einige von Krämer vorgebrachte, die Sache verdunkelnde Kleinigkeiten alsbald auszumerzen, veranlasst mich, Krämer's letzte Schrift überhaupt zu berücksichtigen; da dies nun aber einmal geschieht, so soll es auch verhältnismäßig eingehend geschehen. Wir haben es dabei freilich, da die Hauptsachen, wie gesagt, ohnehin erledigt sind, mit allerhand unerquicklichem Kleinkram und noch weniger erquicklichen persönlichen Auseinandersetzungen zu thun, an denen ich zwar keinerlei Schuld trage, wegen deren Vorbringung ich aber den Leser um Entschuldigung bitten möchte. Wer Krämer's Arbeit nicht gelesen hat, der mag daher die folgenden drei Seiten getrost übergehen. — Was die persönlichen Bemerkungen Krämer's auf S. 16 betrifft, so erwidere ich, dass ich mich nach der in meiner ersten Schrift gekennzeichneten Sachlage an die Angaben des Herrn Dr. Thilenius gehalten habe und nur an diese halten konnte. Herr

1) Palolountersuchungen von Dr. Augustin Krämer; diese Zeitschrift, Bd. XIX, 1899, S. 15.

Digitized by Google

Dr. Thilenius hat mir, wie ich hier wiederhole, die Sache so mit geteilt, wie ich sie auf seinen Wunsch bekannt gegeben habe. Ich habe seine Mitteilungen in seiner Gegenwart der Hauptsache nach stenographisch in mein Notizbuch eingetragen und dieses jetzt nochmals verglichen. Wenn Herr Dr. Thilenius mir sagte, dass er persönlich die Palolo in der angegebenen Weise in den Steinen gefunden habe, so hielt ich es für meine Pflicht, diese zwar ein wenig spätere und weniger vollständige, aber unabhängige Entdeckung des Herrn Thilenius zu erwähnen. Mit meiner Publikation zu warten, bis Herr Dr. Krämer wieder in Verkehrsweite war, dazu lag für mich doch wahrlich auch nicht der geringste formelle oder materielle Grund vor. Und dass Herr Dr. Krämer in der ganzen Angelegenheit wirklich so gut wie gar keine Ansprüche hat (es thut mir leid, dass ich zur ausdrücklichen Betonung dieses Umstandes nunmehr durch Krämer selbst gezwungen werde), das geht ja gerade aus seiner eigenen letzten Veröffentlichung mit aller nur irgendwie erforderlichen Klarheit hervor: noch zur Zeit der Abfassung derselben, also lange nach meiner ersten Mitteilung, wusste Krämer noch immer nicht, welches Kopfstück zum Palolo gehört; ja, er möchte mich sogar verbessern und kommt mit seiner *Lysidice*, die dem Artnamen „fallax" (Ehlers) demnach wiederum Ehre gemacht hat; wenn anders es dieselbe Art war. Und noch in seiner letzten Publikation macht Krämer den von mir als unmöglich nachgewiesenen Versuch, die Paloloerscheinung mit Hilfe der Gezeiten zu erklären! Nur auf ein paar einzelne Punkte mag noch eingegangen werden. Auf S. 16 heißt es bei Datierung meiner Beobachtungen infolge eines Schreib- oder Druckfehlers irrtümlicherweise 1898 anstatt 1897. — Auf S. 18 steht zu lesen, dass Zeile 7—12 auf S. 346 meiner ersten Publikation nicht auf Richtigkeit beruhe. Es richtet sich das entweder gegen mich oder gegen Thilenius, dessen Angaben ich dort referiere, oder gegen uns beide. Von Dr. Krämer ist daselbst nämlich überhaupt nicht die Rede und nur seine Anwesenheit in Samoa erwähnt. An Dr. Thilenius' Angaben zu zweifeln, hätte ich selbstverständlich von vornherein nicht den geringsten Grund gehabt; durch einen Zufall aber weiß ich sogar, dass Thilenius wirklich den Uebergang zwischen „Wurm und Palolo" oder zwischen „atoker" und „epitoker" Strecke (Ehlers) gesehen hatte, da er eine von mir gemachte rohe Skizze (ähnlich der auf S. 744 meiner ersteren Notiz) sofort erkannte und erläuterte, noch bevor ich ihm die Sache erklärt hatte; das konnte aber nur derjenige, dem das Objekt bekannt war. Soviel zur Zurückweisung der persönlichen Angriffe des Herrn Dr. Krämer.

Auf S. 17 spricht Krämer von dem „Genuss der Würmer, der zwischen

Mießmuschel und Auster steht". Ein Geschmack lässt sich allerdings nur durch Vergleiche beschreiben; der gewählte Vergleich ist aber nach meiner Empfindung sehr unglücklich; von unseren Delikatessen kommt der schwach gesalzene russische Caviar dem Palolo bei weitem am nächsten. Außerdem aber hat der gedünstete Palolo einen Geschmack, der an den Geruch erinnert, welcher dem Korallenriffe entströmt, jedoch ohne die bei diesem vorhandene faulige Beimengung. — Auf S. 19 erwähnt Krämer „3 bis zu 10 m lange schwarze *Eunice*"; ich vermute, dass das ein Druckfehler ist, und dass es Centimeter oder Decimeter heißen soll. Auf S. 20 meint Krämer, es sei „richtig und unrichtig", wenn ich von toten Korallenblöcken als dem Aufenthaltsorte der Palolo spreche. Was daran unrichtig sein soll, weiß ich nicht. Die Korallenarten zu bestimmen, die der Palolo bevorzugt, habe ich nicht versucht und mich daher absichtlich allgemein und daher zuverlässig richtig ausgedrückt. „Puga" ist auch eine allgemeine Bezeichnung für Korallenfelds, obwohl Krämer's Angabe wahr ist, dass das Wort vorzugsweise auf die massigeren Arten angewandt wird und die flachen Madreporenstücke, wenn der Unterschied hervorgehoben werden soll, mit dem Worte „Lapa" bezeichnet werden. Uebrigens glaube ich mich zu erinnern, dass meine Palolo in beiden Arten gefunden wurden. S. 22—26 der Krämer'schen Schrift ist widerlegt, teilweise durch meine erste Arbeit, teilweise durch Ehlers' Abhandlung; S. 26—28 durch meine erste und durch die vorliegende Schrift. Wenn Krämer's Erklärungsversuch richtig wäre, so müssten die Palolo auch an den Tagen des ersten Viertels erscheinen, wenn die Nächte infolge bedeckten Himmels dunkel wären; dies muss im Laufe der Jahre doch gelegentlich vorkommen, von einer Palolo-erscheinung an jenen Tagen aber hat man nie etwas gehört. Doch lohnt es sich nicht, auf Krämer's Meinung näher einzugehen. Auf S. 24 redet übrigens Krämer auch von den „Rückenflecken" der *Lysidice*; ob seine trügerische *Lysidice* Rückenflecken hatte, kann ich nicht wissen; wenn aber Krämer jene Rückenflecken anführt, offenbar um diese als einen Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Zugehörigkeit zum Palolo erscheinen zu lassen, so verrät er dadurch, dass er trotz seiner langen Beschäftigung mit dem Gegenstande die „Bauchaugen" des Palolo für Rückenflecke gehalten, also dorsale und ventrale Seite fortdauernd verwechselt hat. Rückenflecken besitzt der Palolo nicht. — Nachdem ich darauf hingewiesen, hat nun auch Krämer bemerkt, dass die Palolo bei Apia etwa um vier Uhr erscheinen und nicht erst mit der Morgendämmerung, wie Krämer früher angab. Er „freut sich, dass er diese meine Entdeckung(!) in vollem Umfange bestätigen" kann, wogegen ich nichts einzuwenden habe; er will sie aber auf Grund Samoanischer Angaben leider auch „erweitern" durch die Angabe, dass der Palolo überall (nicht nur auf Tutuila) um Mitternacht erscheine.

Digitized by Google

Diese „Erweiterung“ ist nach meinen Erfahrungen unrichtig, ich war einige Male bald nach drei Uhr an Ort und Stelle, es gab da keine Palolo; die ersten kamen erst um vier Uhr. Auch Herr Paul Hörder schreibt mir freundlichst aus Levuka (Viti), dass dort die ersten Palolo um 4h 10M. auftauchten und erst um 4 h 30 M. zahlreicher wurden. Ob etwa ganz vereinzelte Palolo wirklich schon um Mitternacht auch bei Upolu aufsteigen, weiß ich nicht. Es müßten eben so wenige sein, dass man sie leicht übersieht. Aber selbst zu dieser, übrigens wohl bedeutungslosen Annahme fehlt es an einem zureichenden Grunde. Die Angaben der Samoaner sind ja freilich sehr viel zuverlässiger, als die der meisten Südsee-Weissen; aber absolut zuverlässig sind sie nicht; auch Samoaner sagen gelegentlich die Unwahrheit; in jenem Falle aber dürfte es sich nach meiner Vermutung nur darum handeln, dass die Angaben der Samoaner über Tages- und Nacht-Stunden aus sehr durchsichtigen Gründen wenig verläßlich sind; sie nehmen es mit der Zeit nicht so genau wie wir und besitzen, mit verschwindenden Ausnahmen, keine Uhren. — Auf S. 29 nennt Krämer den ersten Tag „salefu (nicht salefuga, lefu die Asche)“; den zweiten „motusaga (nicht tātelega)“. Die in Klammern beigefügten Worte kann ein Leser, dem meine Arbeit samt den samoanischen Wörtern nicht zufällig genau im Gedächtnis ist, oder der sie nicht von neuem vergleicht, leicht so auffassen, als ob Krämer mich auch hier korrigieren will, wie er dies ja fast überall in seiner Schrift zu thun versucht. In Wahrheit aber hat, wie sich jeder überzeugen kann, gerade Krämer jene jetzt widerrufene Bezeichnnng in seinem Buche über die Korallenriffe etc. (S. 112), in Uebereinstimmung und vermutlich wohl auch im Anschlusse an Pratt's Samoanisch-Englisches Wörterbuch vorgebracht, und die jetzt von ihm aufgeführte Bezeichnung habe vielmehr gerade ich selbst, Krämer und Pratt verbessernd, in meiner ersten Mitteilung (S. 347) veröffentlicht. Dass Krämer jenen Anschein absichtlich erweckt, kann und soll natürlich nicht behauptet werden; es wäre aber korrekter gewesen, wenn er meine an seiner Schrift in jener Beziehung geübte Korrektur ausdrücklich bestätigt hätte. — Ein neues sprachliches Versehen, wohl sicherlich nur ein Schreibfehler, läuft übrigens Herrn Dr. Krämer auf derselben Seite unter, wenn er das Wort für Riffeingang „ʻava“ schreibt (S. 29); es heißt „ava“ ohne „break“; „ʻava“ bedeutet ganz etwas anderes, nämlich den Piper methysticum und das daraus gewonnene bekannte Getränk oder den Bart. Die auf S. 19 von Krämer aufgeführten Vitianischen Wörter für Palolosteine „Batu ni Balolo (auch rum bunu genannt)“, enthalten auch mehr als einen Fehler. Um die Kenntnis des Vitianischen habe ich mich allerdings nicht bemüht, bin aber doch in der Lage, mit Sicherheit das „Batu etc.“ in „Vatu etc.“ zu verbessern, indem „vatu“ das Vitinianische Wort für „Stein“ ist; es hätte Herrn Krämer aus der Samoanischen,

Digitized by Google

in der Form „fatu“ bekannt sein können. — „Rum bunu“ ist schwerer zu deuten. Falsch ist es zweifelsohne, schon aus dem Grunde, dass kein geschriebenes Vitianisches Wort mit einem Konsonanten enden darf. Die folgende Konjektur ist zwar etwas kühn, aber hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. „Rubu“ heißt der Korb oder Kasten; „rubuna“ so viel wie in den Korb legen; und das „b“ wird im Vitianischen durchgehends wie „mb“ gesprochen. Ich vermute demnach folgendes. Herr Krämer fragte den ihn begleitenden Vitianer nach dem Namen für die Palolosteine und erhielt die Antwort „Vatu ni Balolo“, die er mit einem kleinen Fehler — („B“ anstatt des „V“) — notierte. Eine weitere Frage Krämer's wurde dann von dem Vitianer vermutlich missverstanden, so dass nunmehr der Viti-Mann den Weißen zweifelnd fragte, ob er den Stein „in den Korb legen“, d. h. also aufheben und nach Hause schaffen solle. Solch komische Missverständnisse können sogar trotz einiger Vorsicht leicht vorkommen und sind oft vorgekommen; ich erwähne die Sache nur, damit nicht etwa die von Krämer angegebenen, zuverlässig falschen Wörter als ethnologisch interessante Bezeichnungen von andern übernommen werden. — „usuona“ (S. 29 der letzten Krämer'schen Schrift) heißt übrigens nicht, wie Krämer angiebt, „herumgehen ohne Zweck, faullenzen“, sondern sowohl etymologisch wie auch offenbar dem Sinne nach „vergeblich früh aufbrechen“, indem „usu“ „früh aufbrechen“ und „noa“ soviel wie „grundlos“ oder „vergeblich“ bedeutet.

So sieht man, dass die Angaben Krämer's, soweit sie nicht Bestätigungen meiner Angaben sind, fast sämtlich unrichtig sind, und das nicht etwa nur in den Hauptpunkten, sondern auch in zahlreichen Kleinigkeiten. — —

Ich benutzte die Gelegenheit, um noch auf einige histologische Einzelheiten hinzuweisen. Mehrere Schnittserien, die ich vom Palolo anfertigen ließ, zeigten mir alsbald, dass der Palolo (ich meine die epitoke Strecke [Ehlers]) noch richtigen Annelidenbau zeigt. Auch war zu sehen, dass die Entleerung der Geschlechtsprodukte wenigstens (was ich auch im Augenblick der Tötung mitunter direkt sah) zum Teil durch die Segmentalorgane vor sich geht, so dass also Krämer auch hier im Unrecht ist, wenn er Powell deswegen (S. 26) zu verbessern wähnt. Ob eine genaue histologische Beschreibung des Palolo der Mühe lohnt, lasse ich dahingestellt. Ich werde sie jedenfalls anderen überlassen. Nur ein paar Kleinigkeiten erwähne ich hier. Interessant ist die Anordnung der Muskelbündel, die die Leibeshöhle in schiefer Richtung durchziehen, indem sie dorsal-lateral und zu beiden Seiten der Medianlinie ansetzen; wenn sie sich kontrahieren, so bildet sich eine tiefe ventrale Rinne, in die sich die „Bauchaugen“ zurückziehen. Viele Stücke des abgetöteten Materiales befinden sich in diesem Zustande. Das bei weitem interessanteste Detail aber sind die Bauch-

Digitized by Google

augen selbst, deren ventrale Lage zuerst durch Spengel (in seinem „Oligognathus Bonelliae (Neapler Mitteilungen, 1882, S. 43) richtig erkannt wurde. Es sind das große und, wie Querschnitte zeigen, auch dicke Pigmentflecke, die den Bauchmarksganglien unmittelbar aufgelagert sind. Das Pigment wird von einem Bündel langgestreckter Zellen durchbrochen, welche mit ihren distalen Enden die Cuticula erreichen; diese ist über den Sinnesorganen uhrglasartig verdickt. Ehlers giebt an, dass diese Organe den atoken Strecken fehlen und nur am letzten Segmente noch rudimentär vorhanden sind. Ich habe an einem Beispiele, freilich bei sehr genauem Zusehen bei starker Lupenvergrößerung, bemerkt, dass sie noch eine kleine Strecke weiter, in schnell abnehmender Ausbildung und Deutlichkeit, vorhanden sind, etwa bis zum vierten oder fünften Segmente, von der Insertionsstelle der epitoken Strecke in der Richtung auf den Kopf zu gerechnet. An einem Querschnitte schien es mir so, als ob die verdickte Cuticula vielleicht von feinen Poren durchbohrt wäre; doch war diese Beobachtung unsicher. Ehlers möchte die Organe nicht ohne weiteres für Augen halten, und ich teile diese seine Ansicht vollständig. Es liegt vielleicht die freilich etwas kühne Hypothese nahe, diese Organe mit der unbekannten Reizbarkeit der Palolo in Verbindung zu bringen, auf der ihre wunderbare biologische Eigentümlichkeit beruhen muss. Dass eine solche Reizbarkeit an ein besonderes Sinnesorgan geknüpft ist, ist zwar eine keineswegs notwendige (vgl. Löb's Aufklärungen über ähnliche Punkte), wohl aber mögliche Annahme; und da sich nun hier so auffallende und schwer zu deutende Sinnesorgane finden — dass es Sinnesorgane sind, wird kaum Jemand bezweifeln —, so gewinnt die Annahme an Wahrscheinlichkeit. — Das Centralnervensystem hat ein eigenartiges blasses Aussehen; es ist sehr deutlich in Ganglien und Kommissuren gegliedert; aber in den Ganglien sind, wenigstens bei Karminfärbung, die Zellleiber an den meisten Stellen des Ganglions nicht zu sehen; natürlich soll nicht gesagt werden, dass sie fehlen. Man glaubt, bloße Kerne oder „Körner" vor sich zu haben. Eine Ausnahme machen aber diejenigen Abschnitte des Ganglions, die dem den Pigmentfleck durchbohrenden Zellbündel gegenüber liegen; es findet sich dort eine beschränkte Anzahl von Ganglienzellen, die deutlich erkennbare Zellleiber zeigen. Doch genug davon[1]). — Schon in Apia hatte ich bemerkt, dass sich in dem Palolomaterial außer anderen Palolobegleitern eine kleine Anzahl gleichfalls kopfloser Strecken befand, die dem Palolo ähnlich, aber anscheinend von ihm verschieden waren. In den meinem Material beigegebenen Erläuterungen hatte ich sie deswegen provisorisch als „Pseudo-Palolo" bezeichnet. Es sind das diejenigen Stücke, die

1) Inzwischen hat R. Hesse eine eingehende Beschreibung und vortreffliche Abbildung der fraglichen Organe — die er für Augen hält — geliefert in der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. LXV, S. 459 ff.

Digitized by Google

Ehlers auf S. 14 bis 15 behandelt. Leider war mein Material in dieser Beziehung zu unvollständig, und es gelang weder Ehlers noch mir, einen mit Bestimmtheit dazu gehörigen Kopf zu finden. Wir verdanken aber Ehlers den Hinweis, dass diese Stücke (was ich nicht bestimmt wusste) von den Palolo spezifisch verschieden, aber doch in den meisten Beziehungen ähnlich sind. Da sich nun bei verschiedenen Palolosuchern immer wieder eine *Lysidice*, „fallax" oder auch vielleicht noch andere eingestellt haben, so liegt die Vermutung nahe, dass die Pseudo-Palolo vielleicht zu jenen *Lysidice* gehören möchten, umsomehr, als Ehlers aus der Bildung der Parapodien den Schluss zieht, dass auch der Pseudo-Palolo eine *Eunicide* ist (aber nicht gerade die Gattung *Eunice*). Die Pseudo-Palolo machen nach meiner ungefähren Schätzung nur etwa 1% der Palolomasse oder noch weniger aus. In einem Punkte muss ich aber Ehlers, wenn auch mit Vorbehalt, widersprechen. Ehlers sagt, dass die Pseudo-Palolo keine Bauchaugen haben: das ist richtig, insofern sie keine medianen Pigmentflecke besitzen. Dagegen haben sie zwei zu beiden Seiten der Medianlinie liegende, freilich sehr unscheinbare bräunliche Fleckchen, wenigstens das Stück, das ich mir flüchtig angesehen habe. Ich weiß nicht, ob diese Fleckchen dorsal oder, wie ich glaube, auch ventral liegen. Ihre Structur habe ich nicht studiert; und da sie Ehlers nicht gesehen hat, so glaube ich, dass sie vielleicht nicht an allen Stücken vorhanden sind; ich habe mir nur eines daraufhin angesehen, und ich erwähne die Sache nur, um andere darauf aufmerksam zu machen.

Gleichfalls nach Niederschrift dieser Arbeit erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Professors N. Zuntz eine kleine Schrift, die, scheinbar ohne jeden Zusammenhang mit den hier erörterten Problemen, dennoch sehr viel mehr Licht auf die Frage wirft, als etwa die letzte Schrift von Krämer. Est dies die Abhandlung „Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer", von Otto Berg und Karl Knauthe, in der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", Jahrg. XIII, 1898, Nr. 51 und 52, Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig. In diesen aus dem Zuntz'schen Laboratorium hervorgegangenen Untersuchungen wird nämlich nachgewiesen, dass unter dem Einfluss eines in der Nähe befindlichen, auf einer hohen elektrostatischen Spannung erhaltenen Leiters im Wasser eine sehr merkliche Abnahme des absorbierten Sauerstoffes stattfindet. Auf die Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen. Wenn man nun aber die Entdeckungen von Ekholm und Arrhenius betreffs einer Abhängigkeit der Luftelektrizität von dem tropischen Monat hiermit in Verbindung bringt, so gewinnt die Arrhenius'sche Erklärung an Wahrscheinlichkeit. Und auch der Volksglaube der Samoaner, dass zur Palolozeit häufig Gewitter entstehen, den ich einigemal bestätigt fand, stimmt hierzu so gut,

dass ich es einstweilen für wahrscheinlich halte, dass die Erklärung von Arrhenius, trotz der vorher hervorgehobenen Schwierigkeiten, auch betreffs der Paloloerscheinung im wesentlichen richtig ist.

Meines Wissens bin ich der Erste und bisher Einzige gewesen, der die Nichterklärbarkeit der Paloloerscheinung erkannt und dabei gebührend hervorgehoben hat, dass bei Verfolgung der Sache wahrscheinlich eine bedeutende Förderung unserer Erkenntnis in Aussicht stünde. Während nun gewisse Erklärungsversuche anderer mehr dazu geeignet sind, die Frage zu verdunkeln als aufzuhellen, so würde Arrhenius das Verdienst gebühren, von ganz anderen Dingen ausgehend, Licht in diese und vielleicht in manche andere dunkle physiologische Erscheinungen gebracht zu haben. Interessant wäre dabei auch, dass, immer die Richtigkeit der Arrhenius'schen Aufstellungen vorausgesetzt, der Volksglaube wieder einmal der Wissenschaft in gewissem Sinne vorangegangen wäre. Dass die Theorie von Arrhenius, der ich mich hiermit, wenn auch mit einem gewissen Vorbehalt, anschließe[1]), anfangs auf Widerstand stoßen wird, ist fast sicher, und es wird noch vieler Untersuchungen bedürfen, um diese Dinge über jeden Zweifel zu erheben und eine vollständige Einsicht zu gewinnen. —

Zum Schlusse gebe ich noch eine Uebersicht über diejenigen Punkte, auf die sich hinfort die Aufmerksamkeit der Palolobeobachter zu konzentrieren haben wird. In systematischer Hinsicht erwähne ich als solche Desiderata 1. die Konservierung vollständiger, unzerbrochener *Eunice viridis* in verschiedenen Reifestadien. Die Sache ist vielleicht möglich mit Hilfe einer 20proz. Lösung von Kupfersulfat oder auch eines Gemisches von 800 Teilen Wasser, 100 Teilen Kupfersulfat und 100 Teilen Zinksulfat, vielleicht mit einem kleinen Zusatze von Sublimat. Die am leichtesten zerbrechenden Tiere, die man im allgemeinen kennt, nämlich die Siphonophoren, lassen sich auf diese Weise konservieren, weil dem Kupfer- und dem Zinksulfat eine besonders stark lähmende Wirkung ohne gleichzeitige, übermäßige Reizung zukommt[2]). 2. Auffindung des Kopfstückes des vorher erwähnten Pseudo-Palolo. 3. Studium der Bauchaugen am frischen Material.

1) Außer den im Text erwähnten Abhandlungen kommen noch in Betracht: Nils Ekholm und Svante Arrhenius, „Ueber den Einfluss des Mondes auf den elektrischen Zustand der Erde", (2 Abhandlungen, 1894 und 1895); Dieselben, „Ueber den Einfluss des Mondes auf die Polarlichter und Gewitter" (1898); Dieselben, „Ueber die nahezu 26tägige Periode der Polarlichter und Gewitter" (1898). Alle erschienen in den Verhandlungen der schwedischen Akademie. — Von mir ist in Druck der Auszug eines zusammenfassenden Vortrages über den Gegenstand in den „Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin" (1899).

2) Vergl. diese Zeitschrift, Bd. X, S. 488.

Digitized by Google

4. Hieran schließt sich dann die physiologische Frage nach der Funktion der Bauchaugen und weitere physiologische Versuche, die sich namentlich darauf beziehen, 5. welches die Reizursache ist, die den Palolo zum Aufsteigen bringt. Nach dem bisherigen Stande der Kenntnis kämen in Betracht Versuche mit Variierung des Wasserdruckes und mit Einwirkung statisch geladener elektrischer Körper. Diese Versuche sind in gewissem Sinne die Hauptsache; das Programm aber detaillierter auszuführen geht vorerst nicht an, und die Sache dürfte auch nicht leicht sein. Im Zusammenhange damit steht 6. die Forderung einer genauen Gezeitenbeobachtung in Apia (die auch Krämer vorschlägt), d. h. Kontrole, ob die oben reproduzierten Angaben der amerikanischen Tafeln ganz zuverlässig sind. 7. Beobachtungen über den Gang der Luftelektrizität in Apia. 8. Immer erwünscht ist die Aufzeichnung aller Palolotage nach den in meiner ersten Mitteilung angeführten Grundsätzen; insbesondre bedarf die Angabe betreffs Zeit des Erscheinens der Palolo bei Tutuila der Bestätigung. 9. Beobachtungen über die unter 1—6 am Schlusse meiner ersten Mitteilung angeführten Angaben der Samoaner. Natürlich ist diese Liste nicht vollständig, auch dürfte die Erfüllung mancher jener Forderungen sehr viel schwieriger sein, als ihre Aufstellung. Viele jener Dinge könnten am besten von dauernd Ansässigen studiert werden. Wer jedoch die Verhältnisse kennt, der weiß, dass man hier im allgemeinen nicht viel hoffen darf; was ja äußerlich schon daraus hervorgeht, dass die bisherigen wirklichen Entdeckungen teils von Samoanern, teils von Reisenden, aber nicht von ansässigen Weißen ausgegangen sind, obgleich diese doch in fast allen Beziehungen im Vorteile sind.

Berlin. Februar 1899. [38]

E. Ehlers, Ueber Palolo [*Eunice viridis* Gr.].

Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathem.-phys. Klasse, 1898, Heft 4, p. 16.

Durch in neuester Zeit erschienene Arbeiten von Friedlaender[1]) und Krämer[2]) ist der Palolowurm mit seiner rätselhaften Erscheinung wiederum in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Da die Ansichten eben genannter Autoren in den meisten Punkten weit auseinander gehen, so dürfte eine Besprechung der Ehlers'schen Arbeit, die auf Grund des von Friedlaender gesammelten Materials beruht, hier am Platze sein.

---

1) B. Friedlaender, Ueber den sogenannten Palolowurm. Diese Zeitschrift, Bd. XVIII, 1898, Nr. 11.

2) A. Krämer, Palolountersuchungen. Diese Zeitschrift, Bd. XIX, 1899, Nr. 1.

Digitized by Google

Die Ausbildung des Palolo stellt eine von allen bisher bekannten Formen abweichende Form der Epitokie dar, denn in der Art tritt eine atoke und epitoke Form, am Individuum eine atoke und epitoke Körperstrecke auf. Der Wurm selbst gelangt in Höhlen und Spalten des Korallenriffes im Litoralbezirk zur Geschlechtsreife und lebt hier wahrscheinlich in einer dünnwandigen Umhüllung. Die epitoken Strecken sind immer pelagisch. Verfasser lässt nun eine genaue Beschreibung der epitoken Form folgen, worin er den von Friedlaender festgestellten Zusammenhang zwischen den atoken und epitoken Segmenten an einem Bruchstücke bestätigt. Der Unterschied in den verschieden angegebenen Längen kann auf Variation beruhen, dagegen variiert die Breitendimension wenig. Die breiten atoken Segmente gehen plötzlich in die viel schmäleren epitoken über. Da auch die Färbung eine verschiedenartige ist, so ist der Unterschied um so in die Augen fallender. Die epitoken Segmente sind bis auf die letzten 5—6 und die Analsegmente durch einen großen dunkelbraunen, kreisförmigen Fleck auf der Bauchseite, das „Bauchauge" ausgezeichnet. Doch giebt es auch Individuen, wo alle Segmente diese Bauchaugen besitzen.

Als atoke Form bezeichnet Ehlers die Tiere ohne Bauchaugen und ohne abgesetzte, besonders gestaltete Hinterstrecke. Unter dem Material befand sich auch ein Individuum, das gewissermaßen einen Uebergang von der atoken zur epitoken Form darstellte. Der Palolowurm steht der *Eunice siciliensis* Gr. sehr nahe, bei der gewisse Erscheinungen auf die ersten Anfänge einer bedeutenden Epitokie hindeuten.

Im Gegensatze zu Arten mit typischer Epitokie (*Nereis*) fällt beim Palolo die Weiterbildung der Parapodien und die Entwicklung von Pubertäts- oder Schwimmborsten fort, dagegen werden die epitoken Segmente länger, verlieren an Breite und tragen die „Bauchaugen". Die Länge der epitoken Glieder ermöglicht es der Körperwandung die Lokomotion zu übernehmen, sodass Schwimmborsten entbehrt werden können. Ueber die Bedeutung der Bauchaugen spricht sich Verf. nur dahin aus, dass er von einer Funktion als Gesichtsorgane nicht überzeugt ist.

Erwähnen will ich noch, dass Verf. Stücke beschreibt, wo das letzte Segment der atoken Strecke auch ein Bauchauge trägt.

Unter den Palolomassen fand sich vereinzelt *Euphrosyne myrtosa* Sar., die vielleicht von dem aufsteigenden Palolo passiv mitgeführt wird. Der sehr zahlreich vertretenen Alciopide *Rhynchonerella comes* n. sp. dient wahrscheinlich der Palolo zur Nahrung. Neben epitoken *Eunice viridis*-Gliedern traten Stücke einer anderen *Eunice*-Art auf, der die Bauchaugen fehlten, und die vielleicht eine ähnliche Lebensweise wie der Palolo hat.

In den bisherigen Darstellungen sind nach der Meinung von Ehlers Stücke des Palolo und einer *Lysidice* zusammengeworfen. Dies schließt er daraus, dass sich unter dem Material, das aus Korallen von den Fiji-Inseln stammte, neben einer *Eunice*, wahrscheinlich *viridis*, auch das Kopfende einer *Lysidice* vorfand, welche dem von Donald abgebildeten Kopfende seiner Palolo ähnlich sah. Ehlers benennt sie infolge dessen *Lysidice fallax*.

H. Stadelmann (Berlin). [44]

Digitized by Google

Ueber die Bedeutung der Theorie der Lösungen für Physiologie und Medizin[1]).

Von **Rudolf Höber.**

Wenn Sie bei einem Ausflug auf die Berge auf die Pflanzenwelt acht gegeben haben, die Sie umgiebt, so werden Sie gewiss oft bemerkt haben, dass Pflanzen ein und derselben Species, unter annähernd den gleichen Ernährungsbedingungen, also etwa auf gleich gutem Boden gewachsen und gleich gut mit Wasser versorgt, doch außerordentlich verschieden entwickelt sein können. Um Ihnen ein Beispiel zu geben: Betrachten Sie etwa im ersten Frühjahr die Schlüsselblumen, die allenthalben am Wege stehen, wenn Sie von Gersau aus, wo die Sonne schon warm in die Bucht des Vierwaldstädter Sees hineinscheint, nach dem etwa 1700 m hoch gelegenen Rigi-Scheidegg hinaufsteigen, so wird Ihnen wohl auffallen, wie die einzelnen Pflanzen, je höher Sie steigen, desto schmächtiger und kümmerlicher aussehen. Sie werden auch gewiss auf den Gedanken kommen, die Verschiedenheit in der Ueppigkeit des Wachstums möchte vor Allem mit der sehr verschiedenen Temperatur der Luft in Zusammenhang stehen, die am Fuße des Berges und auf seiner Höhe herrscht. Solch einen Einfluss der Temperatur auf die Lebenserscheinungen — und zu diesen zählt ja auch das Wachstum — können Sie nun nicht bloß bei Pflanzen, sondern auch bei vielen Tieren an den verschiedensten Veränderungen, an den Veränderungen der Respiration, des Stoffwechsels, der Bewegungen studieren. Aber je weiter Sie in der phylogenetischen Entwicklungsreihe der Tiere aufsteigen, desto geringfügiger sind die Veränderungen, die ein Wechsel der äußeren Temperatur in dem Gesamtverhalten der Tiere zurücklässt, bis sie schließlich bei den Warmblütern auf ein Minimum reduziert sind. Allerdings noch in der Reihe der Wirbeltiere finden sich Gruppen, wie die der Fische und Amphibien, die sich keineswegs von der Herrschaft der Außenwelt emanzipiert haben; der gesamte Lebensprozess richtet sich auch bei ihnen noch nach den Temperaturbedingungen ein; nur ist die Veränderung keine so sinnfällige wie bei den Pflanzen durch die Veränderung der Größe. Aber wenigstens die Körpertemperatur eines Amphibiums kann man innerhalb ziemlich weiter Grenzen durch Zufuhr oder Entziehung von Wärme ganz beliebig ändern; bekannt sind ja in dieser Hinsicht die Versuche Pictet's, der Fische und Frösche auf — 20 bis — 30° abkühlte, sodass sie fest gefroren, sodass sie sich wie ein Stück Eis hätten in Splitter zerstoßen lassen, und die dennoch durch vorsichtiges Auftauen wieder zum Leben erweckt werden konnten. Aber gehen wir nur eine Stufe weiter aufwärts zu den Warmblütern, so bemerken wir, wie hier unter

1) Vorgetragen am 21. Januar 1899 in Zürich als Antrittsvorlesung nach der Habilitation für Physiologie.

Digitized by Google

den extremen Temperaturen der polaren und der äquatorialen Regionen das Thermometer, das man in ihr Blut eintaucht, keine oder nur unerhebliche Schwankungen im Wärmegrad anzeigt. Erst bei ihnen hat sich also der Körper von den Veränderungen der äußeren Temperatur durch komplizierte Einrichtungen unabhängig gemacht; die Zellen ihres Körpers werden darum nicht mehr durch derartige Veränderungen in ihrer Thätigkeit beeinträchtigt oder gefährdet; sie sind von einer stets gleichmäßig temperierten Flüssigkeit, dem Blut, umspült.

Was für die Temperatur gilt, gilt ebenso auch für die übrigen kosmischen Einflüsse. Die niederen Organismen sind ihnen gegenüber vollkommen machtlos, jede Veränderung in der Außenwelt modifiziert irgendwie ihre Lebensthätigkeit; die höheren haben sich mehr oder weniger aus ihrer Herrschaft befreit. Diese Abhängigkeit der niederen Tiere von physikalischen und chemischen Verhalten des Milieu externe, wie Claude Bernard das Medium bezeichnete, in dem der Organismus lebt, im Gegensatz zum Milieu interne, in dem seine Gewebe und seine Gewebselemente leben, kann ich Ihnen wohl kaum durch ein einfacheres und zugleich sinnfälligeres Beispiel illustrieren als durch die Schilderung eines Ereignisses, das mit seinen Folgen ein russischer Forscher beobachtete: Im Jahre 1871 riss in einem kleinen russischen Ort der Damm zwischen zwei großen Wasserreservoiren, und das Wasser stürzte aus dem oberen in das untere und riss eine Menge Individuen einer branchiopoden Crustaceenart, der *Artemia salina*, mit sich in das untere Becken. Während in dem Wasser des oberen Reservoires Salz in mäßiger Menge enthalten war, stellte das des unteren ursprünglich eine ziemlich konzentrierte Salzlösung dar, aus der sich sogar im Laufe der Jahre schon reichlich Salz am Boden des Reservoires abgesetzt hatte. Diese Lösung wurde nun bei dem Dammbruch durch das von oben einfließende Wasser so weit verdünnt, dass ihr Salzgehalt auf etwa 9 % herabsank. Allmählich im Laufe der nächsten Jahre stieg dann aber der Salzgehalt wieder an durch Auflösung von dem am Boden ausgeschiedenen Salz und erreichte bis zum Jahre 1874 einen Wert von 29 %. In der Zwischenzeit erfuhr nun die *Artemia salina* eigentümliche Umwandlungen. Je mehr sich das Wasser im unteren Becken konzentrierte, desto kleiner wurde die *Artemia*, sie verlor allmählich die Schwanzborsten und Schwanzlappen, die Kiemen nahmen eine gedrungenere Form an, und schließlich glich die *Artemia* ganz auffallend einer ganz anderen Species, die als *Artemia Mühlhausenii* bezeichnet wird. Nun kann man aber auch künstlich das Ereignis mit seinen Folgen umkehren; man kann das Wasser, in dem die *Artemia salina* lebt, anstatt es zu konzentrieren, auch noch mehr verdünnen. Man erhält dann eine Form, die die *Artemia salina* an Größe übertrifft, die sich von dieser sogar durch den Mehrbesitz von einem fußlosen Segment unterscheidet und die in ihrem Aus-

Digitized by Google

sehen einer ganz anderen Crustaceengattung, der Gattung *Branchipus* gleicht.

Wie war nun diese eigentümliche Größen- und Formveränderung zu stande gekommen? Zu einem klaren Verständnis, wenigstens der Größenänderung, gelangen wir mit Hilfe der van't Hoff'schen molekularkinetischen Theorie der Lösungen. Befindet sich in einem Gefäß ein ganz bestimmtes Volumen eines Gases eingeschlossen und gehen keinerlei Veränderungen in der Umgebung vor sich, so erleidet auch das Gas keinerlei Veränderungen; wir sehen es in vollkommener Ruhe verharren. Aber wie wir, um in einem Bilde des Titus Lucretius zu sprechen, aus der Ferne von einer weidenden Heerde Schafe nichts wahrnehmen als einen weißen Fleck auf dem grünen Hügel, während wir beim Näherkommen das Durcheinanderhüpfen der Tiere bemerken, so ist auch die Ruhe der Gasmasse nur eine scheinbare. In Wirklichkeit bewegen sich ihre Moleküle in geradliniger Bewegung durch den Raum, sie stoßen an die Wand des Gefäßes an, prallen an ihr ab, und üben so auf sie einen Druck aus, der in seiner Größe von der lebendigen Kraft der Moleküle, mit der sie sich bei bestimmter Temperatur durch den Raum bewegen, abhängig ist. Dieses Hin- und Herschwirren der Moleküle hat zwar noch Niemand gesehen, aber wenn wir es einmal voraussetzen, so werden uns die Eigenschaften und Zustandsänderungen der Gase bei Veränderungen der äußeren Bedingungen begreiflich.

Diese kinetische Gastheorie, die von Clausius aufgestellt worden ist, fußt auf der Annahme diskreter Massenteilchen, der Moleküle, einer Annahme, die, wie Sie wissen, im Anfang des Jahrhunderts durch Dalton's Studien über die Verbindungsgewichte begründet und in konsequenter Weise wesentlich von Gay-Lussac und Avogadro weiter entwickelt wurde. Aber die Gastheorie und die Atomistik ließen den Zustand der festen und der flüssigen Körper noch völlig im Dunkeln, der gasförmige Zustand der Materie blieb der weitaus verständlichste, bis van't Hoff im Jahre 1885 den nächsten mächtigen, folgeschweren Schritt vorwärts machte, dass er die sinnliche Anschauungsweise der Vorgänge in den Gasen auf die in den Lösungen übertrug. Er stellte die Theorie auf, dass die Moleküle fester und flüssiger Körper im gelösten Zustande sich genau ebenso im Lösungsmittel bewegen, wie die Gasmoleküle im Aether, dass also die gelösten Moleküle auch auf die Wände des einschließenden Behälters einen Druck ausüben, den sogenannten osmotischen Druck, der mit der Konzentration, die hier dem Kompressionsgrad der Gase entspricht, und mit der Temperatur zunimmt, und van't Hoff begründete die Theorie durch Berechnung des osmotischen Druckes einer Lösung unter verschiedenen Bedingungen mit Hilfe derselben Formeln, die für die Zustandsänderungen der Gase giltig sind, und durch Vergleich der berechneten Werte mit den durch

das Experiment erhaltenen. Diese Erweiterung der atomistischen Anschauungsweise ist für die Biologie oder für die Physiologie im weitesten Sinne, insofern als Physiologie die Lehre von den belebten Wesen bedeutet, von weittragendster Bedeutung. Die Atomistik erweist sich hier wieder einmal, und zum ersten Mal in größerem Maßstab nicht nur für Physik und Chemie, sondern eben auch für die Physiologie, als heuristisches Prinzip; wenigstens allem Anschein nach wird die van't Hoff'sche Theorie der Lösungen auf eine ganze Reihe von Problemen der Physiologie Licht verbreiten, wo bisher noch das Dunkel vorherrschte.

Kehren wir nun zunächst zu der eigentümlichen Größenänderung der Branchiopoden bei dem vorher geschilderten Ereignis zurück. Stellen wir uns vor, die Leibeswand einer *Artemia* sei gebildet durch eine elastische Blase von komplizierter Form, angefüllt mit einer Salzlösung und die Blase habe die Eigentümlichkeit, zwar für Wasser durchlässig zu sein, nicht aber für die gelösten Salzteilchen. Legen wir nun die Blase in eine Lösung von derselben Beschaffenheit, wie die, mit der sie gefüllt ist, so werden auf jede ihrer Flächeneinheiten außen und innen gleich viele Moleküle ihre Stöße ausüben. Verändern wir aber das Milieu externe, indem wir zu der äußeren Lösung destilliertes Wasser gießen, so verändern wir den Konzentrationsgrad der Moleküle. Die Blasenwand erleidet darum von jetzt ab auf ihrer Innenfläche einen größeren Druck als auf ihrer Außenfläche, und die Folge wird sein, dass sie sich dehnt; nun dringt durch Saugwirkung Wasser in sie ein, d. h. die *Artemia* wächst, und die Dehnung wird so lange fortschreiten, bis im Innern der Blase wieder die gleiche molekulare Konzentration herrscht wie außen, vorausgesetzt, dass die Blasenwand beliebig dehnbar ist. Lassen wir umgekehrt Wasser aus der äußeren Lösung verdampfen, so erhöht sich der osmotische Druck außen, und dem entsprechend verkleinert sich die *Artemia*.

An vielen niederen Tieren, an den Protozoen, an Polypen und Würmern können wir dasselbe Experiment mit dem gleichen Erfolg machen. Die Größe dieser Tiere ist also ziemlich eindeutig durch die Konzentration bestimmt, sodass wir im stande sind, in gewissen Fällen auch umgekehrt aus der Größenänderung mancher Protoplasten die Konzentrationsänderung einer Lösung zu berechnen. Aus dieser strengen Abhängigkeit der Größe von der Konzentration können wir also den Schluss ziehen, dass die Säfte dieser Tiere, ihr Milieu interne, alle die Schwankungen im Salzgehalt des Milieu externe mitmachen.

Wie verhalten sich dem gegenüber nun die höheren Tiere? Würden wir Menschen uns analog verhalten, so würden wir uns schon in Lebensgefahr stürzen, wenn wir uns nur längere Zeit in einem Bade aufhielten; denn da das gewöhnliche Wasser lange nicht so viel Salz enthält wie unsere Säfte, so würde unser ganzer Körper durch den

Digitized by Google

osmotischen Druck von innen her, der den beträchtlichen Wert von immerhin etwa 7 Atmosphären repräsentiert, ganz enorm aufquellen. Da das nicht geschieht, müssen irgendwelche Einrichtungen vorhanden sein, die es verhindern. Bei den Menschen und vielen Tieren gehört natürlich dazu vor Allem die relative Undurchdringlichkeit der Epidermis für Wasser. Wir könnten uns mit einem beliebigen Topf vergleichen, der mit einer ungefähr einprozentigen Lösung von Kochsalz gefüllt ist; seine Glasur bedeutete dann unsere Epidermis, und die einprozentige Kochsalzlösung, die auch einen osmotischen Druck von ungefähr 7 Atmosphären hat, bedeutete die Gewebssäfte. Auch wenn wir den Topf in reines Wasser stellen, so wird er nicht etwa zerplatzen, und das wird auch nicht geschehen, wenn wir selbst eine konzentrierte Lösung irgend eines Salzes, die vielleicht einen osmotischen Druck von 100 Atmosphären hat, in den Topf hineinfüllen; und das kommt daher, dass der osmotische Druck reichlich und überreichlich kompensiert wird von einem Druck, der ihm entgegengesetzt von der Oberfläche der Salzlösung nach ihrem Innern wirkt, und der von den Anziehungskräften herrührt, die alle Moleküle der Lösung, nicht bloß die gelösten, sondern auch die des Lösungsmittels gegenseitig auf einander ausüben. Während sich aber diese Anziehungskräfte zwischen den Molekülen im Innern der Lösung gegenseitig aufheben, kommen sie an der Oberfläche derselben zur Geltung, weil auf die alleroberflächlichst gelegenen Moleküle nur die einwärts gelegenen einen Zug ausüben können. Dieser Zug, der dem osmotischen Druck entgegenwirkt, der sogenannte Binnendruck einer Flüssigkeit, beziffert sich nun wahrscheinlich nach mehreren Tausenden von Atmosphären, sodass ihm gegenüber der osmotische Druck der gelösten Moleküle gar nicht in Betracht kommt. Aber wohlgemerkt: dieser Binnendruck kommt nur in Betracht an der Oberfläche einer Lösung, und eine Oberfläche fehlt, wenn die Topfwand oder die Epidermis für Wasser durchgängig ist, wenn also die Lösung innen direkt an das Wasser außen angrenzt. Solch eine Durchgängigkeit ist nun bei vielen Tieren an der ganzen Körperoberfläche oder wenigstens an einzelnen Teilen, z. B. an den Kiemen vorhanden, aber dennoch quellen solche Tiere nicht notwendig in reinem Wasser auf, obgleich ihre Säfte Salze gelöst enthalten. Wenn es nicht geschieht, so müssen irgendwelche besondere Einrichtungen existieren, die das verhindern, die wir aber vorläufig noch gar nicht kennen. Wahrscheinlich sind sie erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung erworben; denn nicht nur bei den Wirbellosen, sondern auch noch bei den das Meer bewohnenden Knorpelfischen stimmt der Salzgehalt des Milieu interne ganz mit dem des Milieu externe überein, er entspricht etwa einer 4prozentigen Kochsalzlösung, und so viel enthält ungefähr auch das Meerwasser. Aber bei den höher entwickelten Fischen, bei den Knochenfischen des Meeres,

finden wir nur noch einen Salzgehalt von etwa 1,9 % Kochsalz, und gehen wir weiter in der Tierreihe, so finden wir bereits bei den Schildkröten den gleichen Salzgehalt, wie unser Blut ihn auch besitzt, nämlich einen Gehalt, der ungefähr 1 % Kochsalz entspricht. Es hat also den Anschein — der Beweis dafür ist bisher noch nicht erbracht —, als ob sich ganz allmählich ein Zustand der Unabhängigkeit des Milieu interne vom Milieu externe ausbildet, sodass schließlich die Konzentration der Säfte an gelösten Stoffen einen außerordentlich hohen Grad von Stabilität erreicht, der trotz großer Schwankungen in der Wasser- und Salzaufnahme bei der Ernährung unverrückt erhalten bleibt; für die Lebensführung sowohl der einzelnen Organe wie des ganzen Körpers ist das natürlich von der allergrößten Wichtigkeit.

Ein Verständnis für diese eminente Bedeutung des Wassers und der Salze ist uns eigentlich erst aufgegangen, seitdem van't Hoff die Theorie vom osmotischen Druck entwickelt hat. Allerdings, dass nicht bloß das Wasser, sondern auch die Salze für die Erhaltung des Lebens unentbehrlich sind, das weiß man schon lange; es ist nachgewiesen worden, dass z. B. Hunde bei vollkommen salzloser Kost innerhalb 25—30 Tagen unter Abmagerung, Lähmungs- oder auch Krampferscheinungen zu Grunde gehen, aber warum die Salze ein ebenso wichtiger und unentbehrlicher Nahrungsstoff sind wie das Wasser oder das Eiweiß, was sie für eine Funktion im Organismus haben, davon können wir uns jetzt erst eine Vorstellung machen, deren Inhalt freilich noch weit davon entfernt ist, eine lückenlose Folge von Vorgängen in den Zellen und Geweben darzustellen.

Die Substanz, an die alles organische Leben gebunden ist, ist das Protoplasma, eine hauptsächlich aus Eiweißkörpern, Wasser und Salzen aufgebaute Masse, die, wie man sich ausdrückt, sich im festflüssigen Aggregatzustand befindet. Mit diesem weit verbreiteten Ausdruck: „festflüssiger Aggregatzustand" ist aber zunächst gar nichts gewonnen, da wir über den molekularen Aufbau dieser Lebenssubstanz nichts Bestimmtes aussagen können. In der eigentümlich zähen Beschaffenheit ähnelt sie gewissen Formen jener merkwürdigen Verbände von Wasser und kolloiden Stoffen, die einerseits als kolloidale Lösungen, andererseits als Gallerten bezeichnet werden. Ob in ihnen die kolloide Substanz, etwa Gelatine, die man in warmes Wasser einträgt, wirklich gelöst enthalten ist, oder ob es sich um eine Art mechanischen Gemenges handelt, das wissen wir nicht. Die Gallerten verhalten sich in vielen Beziehungen wie reines Wasser oder vielmehr, als ob die Gelatine gar nicht darin enthalten wäre; denn das in einer Gallerte enthaltene Wasser hat ungefähr dieselbe Dampftension wie reines Wasser, Gase werden von ihr ebenso rasch absorbiert, Salze diffundieren ebenso schnell in ihr wie im Wasser, die Reaktionsfähigkeit von Stoffen auf einander erfährt keine Beeinträchtigung u. dergl. Gerade

diese Eigentümlichkeit des Verhaltens macht es uns auch begreiflich, warum die niederen Organismen bei den Volumschwankungen durch Konzentrationsänderungen ihres Mediums so exakt dem Gesetz des osmotischen Druckes folgen, als ob sie wirklich nur mit einer wässerigen Lösung und nicht mit Protoplasma gefüllte Blasen wären. Aber andererseits muss doch auch eine gewisse Beziehung zwischen dem Wasser und der kolloiden Substanz existieren, es kann sich nicht bloß um eine einfache Koexistenz irgendwelcher Art handeln; sonst wäre es nicht zu begreifen, dass Gallerten in ihrem Quellungszustand ganz verschieden beeinflusst werden von verschiedenen Salzen, dass sie von dem einen Salz in entgegengesetztem Sinne beeinflusst werden als von dem andern trotz gleicher Konzentration der Lösungen der Salze. Solche Quellungen und Entquellungen kommen gewiss häufig genug auch in den Zellprotoplasmen vor; aber wie, in welchem Maße, wann, mit welchem Erfolge sie sich vollziehen, all das ist uns noch völlig rätselhaft, und solange keine Theorie der Quellung existiert, so lange fehlt uns auch noch ein wichtiges Glied in der Reihe der Erkenntnisse, die uns zur Auffassung der Zelle als eines einfachen Mechanismus verhelfen sollen.

Für das Verständnis einer Reihe von Vorgängen genügt es jedoch anzunehmen, dass die Zellen Blasen darstellen, die mit Salzlösung gefüllt sind. Genau wie bei den Artemien muss dann ihre Größe und Form von dem Salzgehalt der Umgebungsflüssigkeit abhängig sein. An freien Zellen wie den Blutkörperchen beobachtet man die Formveränderung regelmäßig, wenn man einen Blutstropfen langsam eintrocknen lässt; durch den Ueberschuss an Salzmolekülen im Serum, der durch die Eintrocknung entsteht, werden die Blutkörperchen einfach zusammengequetscht und nehmen dann die bekannte Stechapfelform an, ganz wie eine mit Luft unter Atmosphärendruck gefüllte Gummiblase unter dem Rezipienten der Luftpumpe zusammenfällt, wenn man die Luft komprimiert. Umgekehrt quellen die Körperchen zusehends auf, wenn man einen Tropfen destilliertes Wasser zu dem Blutstropfen setzt, weil nun der Binnendruck überwiegt und die Blasenwand ausgedehnt wird.

Dieser Binnendruck äußert sich an jedem normalen Gewebe als sogenannter Turgor. Sobald der osmotische Druck im Protoplasma etwas größer ist, als in den Gewebssäften, sucht jede Zelle ihr Volumen zu vergrößern, und so presst sich eine Zelle an die andere an, eine beeinflusst die andere in ihrer Form, und der gegenseitige Druck steigt umso mehr, je mehr der osmotische Binnendruck in den Gewebszellen den der Gewebslymphe übertrifft. Nach außen macht sich dieser Druck in einer prallen Spannung der Gewebsoberfläche bemerkbar, die sich z. B. der aufgelegten Hand durch eine gewisse Resistenz verrät. Bei der grünen Pflanze, deren unverholzte Zellwände an und für

Digitized by Google

sich weiche und biegsame Gebilde sind, äußert sich der Turgor in der straffen Stellung der Seitenäste in horizontaler oder sonst einer Richtung, die von der Schwerlinie abweicht; wir könnten solch einen Seitenast mit einem weichen Gummischlauch vergleichen, der an einem Ende verschlossen ist, und den wir in ein starres Rohr verwandeln und beliebig in jeder Lage gegen die Horizontale orientieren können, wenn wir ihn unter Druck mit Luft füllen. Und umgekehrt werden die grünen Pflanzenteile welk und schlaff, wenn der Turgor nachlässt, entweder durch Verminderung der Konzentration der gelösten Stoffe innerhalb der Zellen oder durch Verdunstung von Wasser aus den Gewebslücken.

Durch eine Erhöhung des osmotischen Drucks innerhalb der Zellen eines Gewebes, nur über das gewöhnliche Maß hinaus, kommt wahrscheinlich auch das Wachstum zu stande. Man kann sich den Prozess so vorstellen, dass, wenn die Konzentrationszunahme in den Zellen einer bestimmten Gewebspartie den gewöhnlichen Grad übersteigt, dass dann der osmotische Druck schließlich die inneren Gewebswiderstände überwindet, dass eine Dehnung der ganzen Partie eintritt unter Lockerung des Zusammenhalts der einzelnen Zellen, dass eine Zelle sich gegen die andere verschiebt, wie wir ja auch annehmen, dass bei Erhöhung des osmotischen Druckes in einer einzelnen Zelle die Strukturelemente der Zellmembran infolge der Dehnung sich gegen einander verschieben.

Man ist nun freilich eigentlich nicht geneigt, unter Wachstum nichts weiter zu verstehen, als eine Volumvermehrung infolge von Wasseraufnahme, man schließt in den Begriff des Wachstums auch eine Anreicherung an fester Leibessubstanz mit ein. Thatsächlich ist aber für Pflanzen und Tiere nachgewiesen worden, dass in der Periode des maximalen Wachstums die Volumzunahme einzig und allein durch Wasseraufnahme zu stande kommt, dass also in dieser Periode die Trockensubstanz nicht an Masse zunimmt, und dass erst später auch feste Stoffe in die Zellen eingelagert werden.

Es fragt sich nun weiter, wie die erforderliche Konzentrationszunahme innerhalb des wachsenden Gewebes zu stande kommen könnte. Bei einer funktionellen Größenzunahme eines Organes lässt sich dafür vielleicht direkt die erhöhte Thätigkeit der Zellen verantwortlich machen, die ja stets mit einem erhöhten Stoffwechsel und damit mit erhöhter Bildung von Stoffwechselprodukten durch Zertrümmerung komplizierter Moleküle einhergeht. Komplizierte Moleküle sind natürlich für die Entfaltung der nötigen osmotischen Drücke ganz besonders geeignet, weil bei ihrem Zerfall eine große Zahl neuer Moleküle entstehen kann. Zu solchen komplizierten Molekülen gehören z. B. die Reservestoffe, die wir in Organen oder Organismen aufgespeichert finden, denen eine größere Wachstumsperiode bevorsteht, wie in den

Digitized by Google

Samen und Keimlingen von Pflanzen. Häufig sind die Reservestoffe auch in einem osmotisch unwirksamen Zustand im Protoplasma angehäuft, nämlich in kolloidaler Form, wie z. B. die Kohlehydrate in der Form der Stärke; und die gelösten Kolloide üben aus uns nicht sicher bekannter Ursache, meist allerdings gerade wegen der Größe ihres Moleküls — es ist aber nicht bestimmt, ob immer aus diesem Grund — nur einen minimalen oder gar keinen osmotischen Druck aus; sie können also in großen Massen in Zellen abgelagert werden, ohne dass deren Membranen Gefahr laufen, durch zu hohen Innendruck gesprengt zu werden. Wenn nun die großen Moleküle, wie z. B. die Stärke oder Eiweißkörper durch die Fermente der Zellen allmählich Stück für Stück abgebaut werden, so wird damit eine Menge osmotischer Energie gewonnen, und obendrein liefern die Spaltungsprodukte dem Organismus gewöhnlich auch noch bei ihrer Verbrennung kinetische Energie; darum sind die großen Moleküle für die Zelle in zweifacher Hinsicht wertvoll. In anderen Fällen freilich — das sei nebenbei bemerkt — ist das Reservematerial in osmotisch wirksamer Form in den Zellen angehäuft, und zwar manchmal in solchen Quantitäten, dass der osmotische Druck z. B. in der Zelle der Zuckerrübe auf 21 Atmosphären steigen kann; ja in den Zellen von *Aspergillus niger* lässt er sich durch Züchtung in konzentrierten Salzlösungen sogar auf die ganz erstaunliche Höhe von 160 Atmosphären hinauftreiben. Kein Wunder, wenn so stark geladene Zellen mit explosiver Vehemenz platzen, sobald man sie isoliert in reines Wasser bringt; denn natürlich hält keine einzige Zellmembran einen einseitigen Druck von 160 Atmosphären aus.

Die Volumzunahme eines Gewebes kann also jedenfalls ohne Schwierigkeit aus den mit einem erhöhten Stoffwechsel verbundenen osmotischen Leistungen erklärt werden, und man beobachtet denn auch thatsächlich, dass Organe, die besonders viel Arbeit leisten, sich vergrößern, wofür allerdings bei dauernder Vergrößerung verschiedene Momente in Betracht kommen, da es sich dann nicht bloß um eine Zunahme des Wassergehaltes, sondern auch um bessere Ernährung durch stärkere Versorgung mit Blut handelt; aber nicht nur allmählich vergrößern sie sich, sondern bereits während der Thätigkeit und da allein durch Wasseraufnahme. Das ist sowohl für Muskeln wie für Drüsen durch Wägung der Organe, durch Analyse des einströmenden und des ausströmenden Blutes nachgewiesen worden. Andrerseits hat man bei Pflanzen auch ganz direkt durch Plasmolyse die Zunahme des osmotischen Druckes innerhalb der Zellen bei Arbeitsleistungen der Pflanzen messen können; hemmt man z. B. das Wachstum einer Keimwurzel von einer *Vicia* durch Einschaltung eines Widerlagers, so kann der osmotische Druck innerhalb der Zellen des Rindenparenchyms von 8,5 auf 18 Atmosphären steigen und diese Druck-

Digitized by Google

steigerung ermöglicht die erhöhte Arbeitsleistung. Wie enorm solche Arbeitsleistungen bei einem behinderten Wachstum sein können, das kann man daran ermessen, dass eine Kürbisfrucht bei allmählicher Belastung noch durch 2000 kg nicht vollständig am Wachstum gehindert wird. Auch hier werden wohl osmotische Leistungen durch Konzentrationszunahme die Hauptrolle spielen. Aber auch wenn durch einen andern als den normalen funktionellen Vorgang der Stoffzerfall und damit die molekulare Konzentration erhöht wird, kommt es zur Aufnahme von Wasser. Wird z. B. einem Organ infolge einer Krankheit zu wenig ernährendes Blut zugeführt, so erleiden seine chemischen Bestandteile Veränderungen, vielleicht durch Sauerstoffmangel, es treten Spaltungen der komplexen Molekülе ein, und die entstandenen Zerfallsprodukte werden nicht in genügendem Maße fortgespült. Es kann sich auf diese Weise der osmotische Druck in der Zellflüssigkeit sehr erhöhen, und nun wird das Organ, um die Druckdifferenz zu kompensieren, Wasser aus der Umgebung an sich ziehen, es wird wassersüchtig, es entsteht das bekannte Krankheitssymptom, das die Pathologen als Oedem bezeichnen.

Wir erhalten, wie Sie sehen, durch die folgerechte Uebertragung der molekularkinetischen Anschauungsweise auf das Gebiet der biologischen Wissenschaften ganz neue Einblicke in die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte physiologischer und pathologischer Prozesse, und dabei spielen gerade diejenigen chemischen Verbindungen der Organismen, die bisher nur sehr stiefmütterlich behandelt worden waren, nämlich das Wasser und die Salze, die wichtigste Rolle.

Nun sind wir gewohnt, wenn wir in der Physiologie von einer Lösung sprechen, zunächst an den gewöhnlichsten Fall der wässerigen Lösung zu denken, erst in zweiter Linie an eine Lösung in anderen Flüssigkeiten, etwa in Fett oder dergleichen; auf diese müssen wir aber natürlich unsere Betrachtungen ebenfalls ausdehnen, wenn wir zu einer Vorstellung von der allgemeinen Bedeutung von van't Hoff's Theorie der Lösungen für die biologischen Wissenschaften kommen wollen. Die molekulare Betrachtungsweise gilt eben für Lösungen jeder Art, und sie würde der Physiologie ebenso zu gute kommen, falls etwa nicht Wasser die Grundlage der organischen Säfte bildete, sondern irgend ein anderes Lösungsmittel. Stellen Sie sich vor, unter anderen Bedingungen, als unter denen, die in unvordenklichen Zeiten auf der Erde herrschten, hätte sich eine andere lebende Substanz als das Protoplasma unserer Zellen gebildet, eine Substanz, in der eben nicht Wasser das Bindemittel gewesen wäre, sondern eine beliebige andere Flüssigkeit, wie man sich ja auch vorstellen kann, dass unter anderen Bedingungen auf unserem Planeten der Stoffwechsel nicht ein oxydativer wäre, sondern dass sich Spannkräfte zwischen Bestandteilen der Leibessubstanz und einem anderen atmosphärischen

Digitized by Google

Element als dem Sauerstoff in lebendige Kraft umsetzten; verbindet sich doch nach den neuen Untersuchungen von Moissan z. B. das reine Calcium unter Feuererscheinungen ebenso gut mit dem Stickstoff wie mit dem Sauerstoff. Die Gesetze der Lösungen würden stets ihre Geltung behalten. Ja diese Gesetze finden nicht nur bei den Lösungen fester Körper in Flüssigkeiten ihre Anwendung; sogar für den Fall der molekularen Durchdringung zweier starrer Körper sind sie brauchbar. Kohle diffundiert ganz allmählich in Porzellan hinein, sie löst sich in ihm auf, der occludierte Wasserstoff kann als im Platin oder im Palladium gelöst angesehen werden, Kohle oder richtiger das dem vielgenannten Calciumcarbid analoge Eisencarbid löst sich im Eisen und die Lösung nennen wir Stahl. Solche festen Lösungen, wie man diese Art molekularer Durchdringung mit einer Contradictio bezeichnet, spielen gewiss auch bei der Verteilung der festen Bestandteile in den Organismen eine gewisse Rolle.

Wie man den Färbeprozess der Technik vielfach nicht so auffasst, als ob eine feinstkörnige Einlagerung des Farbstoffes in das Gewebe hinein stattfindet oder als ob eine chemische Reaktion zwischen Farbstoff und Faser vor sich geht, sondern wie man vielmehr Grund hat anzunehmen, dass der Farbstoff sich in den Teilen des Gewebes wirklich auflöst, so kann man auch vermuten, dass es sich bei der Färbung, die man an mikroskopischen Präparaten vornimmt, um die Bildung fester Lösungen handelt. Man könnte zwar den Einwand erheben, dass die intensive Färbung etwa eines Zellkernes oder gewisser Protoplasmaeinschlüsse selbst bei der Verwendung äußerst verdünnter Farbstofflösungen doch mehr für eine chemische Bindung spricht; aber gerade derartige ungleichmäßige Verteilungen des Farbstoffes, die Anhäufungen an gewissen, optisch differenzierten Formbestandteilen der Zelle, lassen sich ebenso gut durch die Bildung fester Lösungen erklären. Denn bei jeder Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln kommt es auf das Verhältnis der Löslichkeiten des Körpers in den beiden Mitteln an, auf den sogenannten Teilungskoeffizienten. Schüttelt man etwa eine höhere Fettsäure mit Aether und Wasser, so wird der größte Teil der Fettsäure sich im Aether lösen, der kleinste im Wasser. Ebenso kann man sich vorstellen, dass sich ein Farbstoff in einem bestimmten Gewebsbestandteil viel leichter auflöst als in einem andern. Gehen wir einen Schritt weiter, so kann das vollkommene Ausbleiben einer Farbstoffimprägnation bei einem bestimmten Organbestandteil einfach darauf beruhen, dass der Farbstoff in ihm vollständig unlöslich ist.

Zur Erklärung der Volumsschwankungen bei den Branchiopoden durch Konzentrationsänderung im Milieu externe nahm ich, wie Sie sich erinnern, an, dass deren Leibeswand zwar Wasser durch sich hindurchtreten lässt, aber kein Salz. Diese Undurchlässigkeit kann

Digitized by Google

nun ebenfalls sehr wohl darauf beruhen, dass die Salze in der Membransubstanz unlöslich sind. Wir sind ja nicht zu der zunächst liegenden Annahme genötigt, uns die Membran als eine Art Sieb vorzustellen, das Moleküle von gewisser Größe durch seine Poren hindurchlässt andere nicht. Wir können uns ebenso gut, ja mit mehr Grund, die Membran als aus einer homogenen Masse bestehend denken, die sich mit manchen Stoffen der Umgebung oder des Zellinhalts imprägnieren kann, mit anderen nicht. Viele Beobachtungen beweisen nun, und zwar mit großer Schärfe, dass nicht nur Wasser die Zellwände passieren kann, sondern auch eine ganze Menge anderer Stoffe. Diese wandern oft ohne Schwierigkeit sowohl in der einen Richtung in die Zelle hinein als in der andern aus der Zelle heraus, ohne dass die Membran dabei strukturell verändert zu werden scheint. Wie aber erfahren wir das, ob ein Stoff die Zellgrenzen durchdringt oder nicht? Nun, ein Stoff, der anstandslos in die Zelle einzuwandern vermag, wird nie eine der früher beschriebenen Volumschwankungen der Zelle hervorrufen können, selbst wenn wir eine konzentrierte Lösung von ihm anfertigen und diese auf die Zelle wirken lassen. Denn der Ausgleich der osmotischen Druckdifferenz zwischen Lösung und Zellsaft kann jetzt ja einfach durch Diffusion des Stoffes aus der Lösung in den Protoplasten hinein erfolgen, anstatt dass sonst Wasser in der umgekehrten Richtung sich bewegt. Wir können also einfach aus dem Eintreten oder Ausbleiben einer Volumänderung der Zelle folgern, ob ihre Grenzschicht für eine chemische Verbindung permeabel oder impermeabel ist; ja noch mehr, aus der Langsamkeit, mit der eventuell die Volumänderung eintritt und eventuell auch wieder nach einiger Zeit verschwindet, können wir sogar entnehmen, ob eine Verbindung die Grenzschicht wenigstens langsam passiert.

Von den permeierenden Stoffen greife ich einige biologisch besonders interessante heraus. Zu den Stoffen, die ohne Weiteres rasch in die Zellen eindringen können, gehören z. B. der Harnstoff und das Ammoniak. Begreiflicher Weise ist es für jede Zelle sehr vorteilhaft, wenn sie ihre Abfallsstoffe schnell und ohne Schwierigkeit aus ihrem Körper abgeben kann; das kann so durch einfaches Herausdiffundieren vollkommen ohne Arbeitsleistung von Seiten der Zelle geschehen. Zu den permeierenden Stoffen gehören ferner die gewöhnlichsten Narkotica, wie der Aether, das Chloroform, der Alkohol; wir begreifen daher, warum die Narkotica die Thätigkeit sämtlicher Protoplasmen, welchen Organen oder Organismen sie auch immer angehören mögen, in ihrer Thätigkeit lähmen, wir begreifen, warum sie auf einzellige Organismen der Tierwelt wie der Pflanzenwelt wirken, indem sie Amöben unbeweglich machen und bei den Hefezellen die Gärthätigkeit unterbrechen, warum sie das Wachstum der tierischen Eier wie der Pflanzenkeimlinge aufheben, warum sie die Bewegung, die sonst ein Reiz entweder

Digitized by Google

an einem Froschbein oder an einer Mimosa auslöst, nicht mehr zustande kommen lassen, und warum sie den rhythmischen Schlag der Wimpern eines Flimmerepithels wie den rhythmischen Schlag des Herzmuskels lähmen. Könnten wir andererseits nachweisen, dass andere Arzneimittel nicht in alle, sondern nur in ganz bestimmte Protoplasmen einzudringen vermöchten, so wäre damit für unser Verständnis ihrer Wirkung sehr viel gewonnen. Vorläufig beruht ja so ziemlich die ganze Pharmakologie auf der empirischen Ermittelung der Wirkungen beliebiger chemischer Stoffe; warum aber der eine da, der andere dort wirkt, davon hat man keine Ahnung. Möglich, dass gerade in diesem Gebiete durch die physikalische Chemie eine Reform an Haupt und Gliedern eingeleitet werden kann. Jedenfalls ist der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, dass die spezifische Wirkung mancher Mittel auf bestimmte Organe von einer spezifischen Permeabilität von deren Zellen für diese Mittel abhinge. Das Gift des Tetanusbacillus und das Strychnin wirken, wie Sie wohl wissen, beide in der Weise auf das Centralnervensystem, dass sie dessen Erregbarkeit außerordentlich steigern; es genügen im Zustand der Vergiftung schon minimale Hautreize, um einen Starrkrampf hervorzurufen. Vielleicht haben Sie auch von der vor kurzem gemachten Entdeckung gehört, dass es möglich ist, das Tetanusgift sowohl wie das Strychnin durch einen Brei von frischem Tiergehirn oder besser noch Rückenmark unschädlich zu machen, während jeder andere Organbrei unwirksam ist; das Centrifugat eines solchen Gehirnbreies ist vollkommen entgiftet. Die Annahme einer Durchlässigkeit der Ganglienzellen für diese zwei Gifte gehört jedenfalls zu den möglichen Erklärungen für die Erscheinung; das Gift würde einfach von den Zellen aus der Lösung herausgenommen. Man könnte allerdings auch sagen, das Gift dringt in alle Zellen ein, aber nur in den Nervenzellen findet es Bedingungen, physikalische oder chemische, durch die es hier zurückgehalten wird. Thatsächlich weisen alle bisher untersuchten tierischen und pflanzlichen Zellen einen hohen Grad von Uebereinstimmung hinsichtlich ihrer allgemeinen Permeabilitätsverhältnisse auf, sodass einstweilen keine physikalisch-chemische Theorie der Wirksamkeit von Arzneimitteln, die sich auf Differenzen in der Permeabilität der Protoplasmen gründet, aufgestellt werden kann.

Die Einführung des neuen Begriffes der Permeabilität überhebt uns möglicher Weise auch öfter der Notwendigkeit, mit dem mystischen Faktor der „vitalen Eigenschaften“ der Zellen rechnen zu müssen; allerdings erheben sich auf der andern Seite dann auch wieder neue Schranken, die das Ziel, die Vorgänge in den Organismen aus einfachen mechanischen Prinzipien begreifen zu können, wieder in die Ferne rücken. Für die elektive Funktion der sezernierenden und resorbierenden Zellen gewinnen wir z. B. gewiss an Einsicht, wenn

Digitized by Google

wir sie durch Bildung einer festen Lösung und durch Permeabilität physikalisch zu erklären vermögen; was nützen uns aber die Begriffe, wenn wir sehen, dass durch das Passieren einer trennenden Zellschicht eine salzarme Flüssigkeit wie das Blut sich in eine salzreiche wie den Harn oder in eine noch salzärmere wie den Speichel verwandelt? Die Auffindung des Mechanismus, der solche Konzentrationsänderungen zu stande bringt, bleibt einstweilen ein pium desiderium.

Misslingt also hier und auch sonst manchmal vorläufig noch jeder Versuch einer mechanischen Analyse, so haben uns doch in vielen anderen Fällen, von denen nur wenige heute Erwähnung finden konnten, die neuen Anschauungen der physikalischen Chemie auch zu neuen Anschauungen über die physiologischen Prozesse geführt. „Die Natur gleicht eben", wie Mach es ausdrückt, „einem vielfach zu einem Knoten verschlungenen Faden, dessen Verlauf wir bald von dieser, bald von jener bloßliegenden Schlinge aus verfolgen können." Durch neue Ideen angeregt, stellen wir uns nicht nur neue Fragen, wir wiederholen uns auch die alten, indem wir unseren bisherigen, altgewohnten Gedankengang den neuen Vorstellungsweisen anzupassen suchen.

Wir haben, glaube ich, zu erwarten, dass gerade die biologischen Wissenschaften berufen sind, in der nächsten Zeit reichlich von allen den Früchten zu ernten, die durch die glückliche und innige Verschmelzung von Physik und Chemie schon zur Entwicklung und zur Reife gelangt sind und noch weiter gelangen; die Früchte fallen ihnen ja geradezu in den Schoß, es bedarf kaum der Mühe des Schüttelns. Was aber haben wir, ganz allgemein gesprochen, von dieser Ernte zu erwarten?

Vor kurzem galt es noch als ein unerreichbares Ziel, den Verlauf einer Reaktion rechnerisch verfolgen zu können; noch im Jahre 1882 konnte der Physiologe Emil du Bois-Reymond in einer Rede, die er bei einer feierlichen Sitzung der preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin hielt, von der modernen Chemie sagen: „Von ihr auf ihrer stolzen Höhe gilt noch, was Kant von der Chemie seiner Zeit sagte: sie ist eine Wissenschaft, aber nicht Wissenschaft; in dem Sinne nicht, in welchem es überhaupt nur Wissenschaft giebt, nämlich im Sinne des zur mathematischen Mechanik gediehenen Naturerkennens." „Wissenschaft in jenem höchsten menschlichen Sinne wäre Chemie erst, wenn wir die Spannkräfte, Geschwindigkeiten, labilen und stabilen Gleichgewichtslagen der Teilchen ursächlich in der Art durchschauten, wie die Bewegungen der Gestirne." „Die mathematisch-mechanische Darstellung eines einfachsten chemischen Vorganges dürfte die Aufgabe sein, die der Newton der Chemie anzugreifen hätte." Heute erscheint uns die Lösung dieses Problems schon nicht mehr in so unendlicher Ferne. Wir vermögen aus der mechanischen Arbeit,

Digitized by Google

die bei dem Vorgang einer Reaktion geleistet oder verbraucht wird, in einfachen Fällen nicht nur auszusagen, in welchem Sinn eine Reaktion abläuft, sondern auch bis zu welchem Grad der Vollständigkeit oder Unvollständigkeit sie vor sich geht, wir sind imstande, wenn einmal gewisse Konstanten empirisch festgestellt sind, im voraus die Geschwindigkeit zu berechnen, mit der eine Reaktion sich vollzieht, oder die Zeit anzugeben, nach der sie unvollendet zum Stillstand kommt. Von den einfachen Verhältnissen, wie sie wesentlich in der anorganischen Chemie geboten sind, wird die Wissenschaft allmählich fortschreiten zu den komplizierten Verhältnissen und auch diese in Formeln fassen, und so erscheint auch die mathematische Behandlung einzelner materieller Vorgänge im Innern lebender Zellen nicht mehr als ein kaum zu erreichendes Ziel. Gerade in den Organismen spielen ja auch die Gleichgewichtserscheinungen als Folge unvollständig verlaufender Reaktionen und Störungen des Gleichgewichts eine bedeutende Rolle; gehört doch das dynamische Gleichgewicht, das Gleichgewicht zwischen synthetischen und destruktiven Prozessen oder das Gleichgewicht zwischen Körpersubstanz und Stoffwechselprodukten zu den Charakteristiken des Lebens. Bereits betrachtet van't Hoff selbst die Wirkungen der Enzyme vom Standpunkte des Massenwirkungsgesetzes aus; so lernen wir vielleicht auch diese in der organischen Welt so viel verbreiteten Vorgänge einmal mathematisch behandeln, und langsam, Schritt für Schritt nähert sich die Naturwissenschaft dem Ideal, das Werden und Vergehen klar und einfach zu begreifen und es in Formeln zu fassen, die die Ursachen wie die Wirkungen erkennen lassen. Eine Stufe in dieser unendlichen Annäherung an das Ziel stellt van't Hoff's Theorie der Lösungen dar. [36]

Der Moschuspilz (*Cucurbitaria aquaeductuum*) als Planktonmitglied in Seen.

Von Dr. **Otto Zacharias** (Plön, Biolog. Station).

Schon seit Jahren habe ich in verschiedenen kleineren Seebecken der Umgebung von Plön eigentümlich verzweigte Gebilde pflanzlicher Natur beobachtet, die eine ganz regelmäßige Erscheinung zwischen den übrigen Mitgliedern der planktonischen Organismenwelt bildeten. Am häufigsten traten diese sonderbaren Schwebwesen, die wegen ihres Chlorophyllmangels von vornherein als Pilze anzusprechen waren, in einer Form auf, welche unwillkürlich an die jetzt allbekannt gewordene Plankton-Bacillariacee *Atheya Zachariasi* Brun erinnert. Wie diese, so besitzt auch der in Frage kommende Pilz ein etwas verdicktes Mittelstück, von dessen beiden Enden je 2 stark divergierende steife Fäden ausgehen, die eine deutliche Septierung zeigen. Dieselbe erreichen eine Länge von 400 bis 500 μ, wogegen das kurze Stück, welches man als ihren Träger betrachten kann, nur 50 bis 60 μ lang ist. Der Durchmesser der Fäden schwankt zwischen

7 und 8 μ. Vermöge ihrer eigenartigen Wachstumsweise sind jene starren Mycelien ganz vortrefflich für ein andauerndes Schweben im Wasser eingerichtet und demgemäss werden sie auch ziemlich regelmäßig mit den anderen Planktonspecies zusammen erbeutet. Ich konstatierte ihr Vorkommen bis jetzt im Schöhsee, Gr. Madebröckensee, Kleinen Ugleisee, Schmarcksee und Schierensee. Alle diese Gewässer liegen in geringer Entfernung von Plön.

Der erfahrene Pilzforscher, Herr Prof. Dr. F. Ludwig in Greiz, dem ich kürzlich Plankton, worin der betreffende Pilz enthalten war, vorlegte, ist der Meinung, dass es sich dabei um eine dem Schwebleben angepasste Form des Moschuspilzes handelt, der zu Zeiten massenhaft auf Mühlrädern und in Wasserleitungsröhren wuchert, gelegentlich aber auch in abgestorbenen Algenfäden (*Cladophora*) zu finden ist. Besonders beweiskräftig für diese Identifikation sind namentlich auch die inzwischen an dem übersandten Material von Prof. Ludwig aufgefundenen Sporen, welche sofort durch ihre sichelförmige Gestalt auffallen.

So ist also ganz neuerdings unsere Kenntnis der Planktonflora durch ein Mitglied aus dem Reiche der Pilze vermehrt worden, was um so interessanter ist, als man offenbar zu der Erwartung berechtigt war, dass die vielen abgestorbenen Tiere und Pflanzenreste, welche im freien Wasser der Seen flottierend anzutreffen sind, auch irgend einem noch unbekannten planktonischen Saprophyten zu Gute kommen müssten. Dieser kleine (!) und bisher übersehene Unbekannte ist nunmehr von mir aufgefunden und durch Herrn Prof. Ludwig bestimmt worden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Moschuspilz [1]) von jetzt ab, wo die Aufmerksamkeit der Planktologen auf ihn gerichtet worden ist, in vielen anderen Seen konstatiert werden wird. [22]

L. Ganglbauer, Die Käfer von Mitteleuropa.

Die Käfer von Mitteleuropa. — Die Käfer der österreichisch-ungarischen Monarchie, Deutschlands, der Schweiz, sowie des französischen und italienischen Alpengebietes. Bearbeitet von L. Ganglbauer, Custos a. k. k. Naturhist. Hofmus. in Wien. — III. Bd. Erste Hälfte. Familienreihe: *Staphylinoidea*. 2. Teil: *Scydmaenidae-Histeridae*. Mit 30 Holzschnitten im Texte. 8°. 408 S. Preis 14 Mk. — Wien, Carl Gerold, 1899.

Die zwei ersten Bände wurden in dieser Zeitschrift bereits früher (Bd. XV, 1895, Nr. 19, S. 719) besprochen. Die jetzt vorliegende erste Hälfte des III. Bd. teilt die damals erwähnten Vorzüge, die das Werk Ganglbauer's weit über das Niveau gewöhnlicher entomologischer Bestimmungsbücher erheben. Für die Feststellung der natürlichen Verwandtschaft der betreffenden Familien ist die vergleichende Morphologie nicht bloß der Imagoform, sondern auch der Larvenform in selbständiger und gründlicher Weise mit beigefügten Abbildungen behandelt. Neben der Morphologie fand auch die Biologie gebührende Berücksichtigung.

---

1) Diesen Namen hat er wegen seines stark aromatischen Geruches erhalten, den er bei der Vegetation auf Pepsinnährgelatine entwickelt. Z.

Digitized by Google

In die Familienreihe der *Staphylinoidea*, welche Ganglbauer durch das Geäder der Hinterflügel charakterisiert, stellt er die folgenden Familien: *Staphylinidae*, *Pselaphidae*, *Scydmaenidae*, *Silphidae*, *Clambidae*, *Leptinidae*, *Platypsyllidae*, *Corylophidae*, *Sphaeriadae*, *Trichopterygidae*, *Hydroscaphidae*, *Scaphidiidae* und *Histeridae*. Von diesen sind die beiden ersten im zweiten Bande behandelt, die übrigen im vorliegenden. Die praktische Brauchbarkeit des Buches wird durch die analytischen Uebersichten über die Familien, Tribus, Gattungen und Arten wesentlich gefördert.

Ein von Ganglbauer eingehend behandeltes Beispiel für die Wichtigkeit der Kenntnis der Larvenform zur Feststellung der natürlichen Verwandschaftsverhältnisse bietet die Familie der *Platypsyllidae* (S. 264—271). Ritsema, der erste Beschreiber des Biberparasiten *Platypsyllus castoris* (1869) hielt dieses Tier für einen Floh, mit dem es durch den Dornkamm am Hinterrande des Kopfes und andere Eigentümlichkeiten eine nicht geringe habituelle Aehnlichkeit besitzt. Noch in demselben Jahre gründete Westwood auf das merkwürdige Tier eine eigene Insektenordnung, die *Achreioptera*, die er neben die *Mallophaga* stellte. 1872 äußerte sich Leconte entschieden für die Coleopterennatur des rätselhaften Parasiten; Seidlitz stellte ihn hierauf 1884 in seiner Fauna baltica unter die *Staphylinidae*, Reitter erhob ihn in demselben Jahre zum Vertreter einer eigenen Coleopterenfamilie; ihm widersprach jedoch Kolbe, der noch 1886 die Coleopterennatur des *Platypsyllus* nicht gelten lassen wollte. Die endgiltige Entscheidung brachte erst die Entdeckung seiner Larve, die 1888 zuerst von Horn, dann von Riley beschrieben wurde; 1894 wurde sie auch durch Friedrich am europäischen Biber gefunden und beschrieben, wodurch die letzten Zweifel über die Zugehörigkeit des *Platypsyllus* zu den Coleopteren beseitigt sein dürften. Ganglbauer weist den *Platypsyllidae* eine ähnliche Stellung wie Reitter in der Nähe der *Leptinidae* und *Silphidae* an.

Zur Biologie von *Hetaerius ferrugineus* sei hier ein kleiner Nachtrag gegeben. Ganglbauer zitiert (S. 377) hierüber die erste diesbezügliche Mitteilung des Referenten aus der Deutsch. Entom. Zeitschr., 1886, S. 59—61, wonach dieser Histeride von den Ameisen indifferent geduldet wird und von den Leichen seiner Wirte und anderer Insekten sich nährt. Später habe ich jedoch wiederholt beobachtet, dass er von den Ameisen beleckt und umhergetragen wird, dass somit sein Verhältnis zu ihnen demjenigen der echten Gäste sich nähert. Vergl. hiezu: kritisches Verzeichnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden, 1894, S. 141; die Myrmekophilen und Termitophilen (Compt. Rend. III. Congr. Intern. Zool., 1896) S. 437; zur Entwicklung der Instinkte (Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 1897) S. 180; die Gäste der Ameisen und Termiten (Illustr. Zeitschr. f. Entomol. 1898, Heft 16) S. 244; erster Nachtrag zu den Ameisengästen von Holl. Limburg (Tijdschr. v. Entom. XLI, 1898) S. 3. Wie ich die Beleckung und den Transport des *Hetaerius* namentlich bei *Formica sanguinea* und *pratensis* und bei *Lasius niger* beobachtete, so hat Escherich beides bei *Lasius alienus* konstatiert (Wien. Ent. Zeitg., 1897, IX. Heft, S. 234). *Hetaerius ferrugineus* ist daher zu den echten Gästen (Symphilen) zu zählen, obwohl er von seinen Wirten nicht gefüttert wird, sondern von Ameisenleichen, Ameisenbrut und toten Insekten sich nährt. [46]

Exaeten (Holland). **E. Wasmann.**

Digitized by Google

Charles Benedict Davenport, Ph. D., Experimental Morphology.

Part Second. Effect of Chemical and Physical Agents upon Growth. The Mac Millan Company, New-York und London. 207 Seiten.

Dieses Werk des bekannten amerikanischen Zoologen und Physiologen von der Harvard University in Cambridge bei Boston giebt in seinen zwei Bänden eine eingehende Schilderung, des Verhaltens der Organismen gegen äußere Einflüsse. Alle bis jetzt studierten Reizerscheinungen finden hier eingehende Schilderung, und zwar werden die Erscheinungen an pflanzlichen Organismen mit der gleichen Gründlichkeit behandelt wie die an tierischen.

Dankenswert ist die Berücksichtigung des historischen Standpunktes und der Arbeiten älterer Forscher.

Während der vor zwei Jahren erschienene erste Teil des Werkes die Einflüsse mehr im Allgemeinen behandelt, erörtert der zweite besonders die äußern Einflüsse auf das Wachstum und die Wachstumsrichtung. Dort sind es Schilderungen der Chemotaxis, Thermotaxis, Elektrotaxis, Rheotaxis etc., in denen auch die Beobachtungen des Autors ihren gebührenden Platz finden; hier sind es Chemotropismus, Hydrotropismus, Thigmotropismus, Traumatropismus, Rheotropismus, Geotropismus, Elektrotropismus, Phototropismus und Thermotropismus, welche, durch zahlreiche instruktive Illustrationen erläutert, uns vorgeführt werden. Am Schlusse eines jeden Kapitels findet sich eine vollständige Litteraturübersicht. Nur an sehr wenigen Punkten ist dem Ref. ein Uebersehen in chemisch-physiologischen Dingen aufgestoßen. So heißt es auf S. 325, dass Ameisensäure von niederen Pilzen nicht assimiliert werden könne, was die frühere Ansicht war. Loew hat aber später einen Bacillus beschrieben, welcher ameisensaures Natron als Nahrung und zur Eiweißbildung verwenden kann.

Davenport's Werk kann Allen denen bestens empfohlen werden, welche ein Interesse an physiologischen Fragen nehmen; sie werden Belehrung und Anregung in gleicher Weise aus dem Buche schöpfen. Aber auch dem erfahrenen Physiologen wird die systematische Darstellung des gegenwärtigen Standpunktes dieses Zweiges der Wissenschaft sehr willkommen sein. Die äußere Ausstattung des Werkes entspricht allen Anforderungen. L. [43]

Der Unterzeichnete, mit einem umfassenden Werke über

„Vergleichende Anatomie und Physiologie der Sehorgane“

beschäftigt, bittet, ihm gefälligst *Separatabdrücke* von Arbeiten — eventuell im Austausch — zu senden, die irgendwie, sei es anatomisch, embryologisch, zoologisch, pathologisch oder litterarisch die *Sehorgane* der Tiere, das *Auge* des Menschen oder überhaupt *Lichtreaktionen* betreffen oder auch nur vereinzelte Angaben über solche Themen enthalten.

Dr. Theodor Beer,
Privatdozent für vergleichende Physiologie an der Universiät Wien.
XVII. Anastasius Grüngasse 62.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Mai 1899.** **Nr. 9.**

Inhalt: **Bernstein** Zur Konstitution und Reizleitung der lebenden Substanz. — **Jagodzinski**, Ueber Selbständigkeit und Begriff der Organismengattung. — **Church**, The Polymorphy of *Cutleria multifida* (Grev.). — **Zacharias**, Ueber einige biologische Unterschiede zwischen Teichen und Seen. — **Bauer**, Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schaale in den Vogeleiern. — Anzeigen.

Zur Konstitution und Reizleitung der lebenden Substanz.

(Bemerkungen zu zwei Arbeiten von G. Hörmann.)

Von **J. Bernstein** in Halle a./S.

Ausgehend von einer Untersuchung über die Rotationsbewegung des Plasmas in gewissen Pflanzenzellen[1]) hat Dr. Georg Hörmann eine Molekeltheorie[2]) der lebendigen Substanz der Pflanzen- und Tierzelle aufgestellt, welche von ihm insbesondere auch auf die Nerven- und Muskelfaser und die in ihnen stattfindenden Prozesse angewendet worden ist.

Hörmann hat seine Beobachtungen vornehmlich an *Nitella syncarpa* angestellt, deren cylindrische, mehrere Centimeter lange Zellen ein vorzügliches Objekt lieferten. Das Plasma bewegt sich in konstanter Richtung längs der Zellwand im Kreise herum in einer bestimmten Rotationsebene. In einer darauf senkrechten Indifferenzebene (-streifen) grenzen die beiden entgegengesetzten Längsströme aneinander. In dem Strome bewegen sich die Chlorophyllkörner mit, indem sie zugleich an der Wandung rollend rotieren. Hörmann nimmt an, dass an der Zellwand eine stillstehende Plasmaschicht haftet, dass diese durch eine Energieerzeugung die anliegende bewegliche Plasmaschicht in Rotation versetzt und dass der innerhalb

1) Studien über die Protoplasmaströmung bei den Characeen. Jena 1898. 79 Seiten.

2) Die Kontinuität der Atomverkettung, ein Strukturprinzip der lebendigen Substanz. Jena 1899. 118 S.

Digitized by Google

derselben befindliche Zellsaft dadurch in Mitbewegung gerät. Jeder Reiz, mechanische, thermische, chemische und elektrische, hat Verlangsamung oder Stillstand der Bewegung zur Folge. Genauere Untersuchung des elektrischen Reizes ergiebt eine auffallende Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Muskelfaser und Nervenfaser gegen den elektrischen Strom, nur mit dem Unterschiede, dass die Reizung des Muskels mit einer Zuckung, die der Nitellazelle mit einer Sistierung einer Bewegung beantwortet wird. Dagegen ist die Uebereinstimmung der elektromotorischen Vorgänge in der Pflanzen- und Muskelzelle eine vollständig einsinnige. Jeder Reiz erzeugt an der erregten Stelle negative Spannung gegenüber der unerregten Stelle, und diese Potentialdifferenz breitet sich wellenartig aus. Dieser Vorgang, welcher von mir zuerst in der Nerven- und Muskelfaser nachgewiesen worden ist[1]), ist von mir die „Reizwelle" genannt worden. Hörmann bezeichnet ihn nach dem Beispiel einiger Physiologen, Hermann, Biedermann, Boruttau u. a., welche sich nach mir mit diesen Vorgängen teils experimentell, teils theoretisch beschäftigt haben, mit dem sehr ungeeigneten Namen „Negativitätswelle"[2]). Ich sehe nicht ein, weshalb man nicht bei der von mir für den stattfindenden Vorgang eingeführten Bezeichnung „Reizwelle" bleibt.

Ebenso wie in der Muskelfaser die elektrische Reizwelle der Kontraktionswelle vorausgeht, so geht auch in der Nitellazelle die Reizwelle der Sistierung der Rotation voraus. Da beide Prozesse sehr langsam fortschreiten und lange Dauer besitzen, so betragen die zur Beobachtung kommenden Zeitunterschiede mehrere Sekunden. Die Nitellazelle stimmt auch darin mit der Nerven- und Muskelfaser überein, dass sie durch den konstanten Strom nach dem Pflüger'schen Gesetze polar erregt wird, indem beim Schließen die Reizung an der Kathode beim Oeffnen an der Anode stattfindet. Ebenso lassen sich sogenannte elektrotonische Ströme an der Nitellazelle in den extrapolaren Strecken

1) Sitzungsber. der Berl. Akad., 14. Febr. 1867 und 18. Juli 1867, vorl. Mitteilung. Ausführlich: Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg 1871.

2) Dieser Ausdruck könnte die falsche Vorstellung erwecken, als ob es eine negative Spannung ohne entsprechende positive geben könnte. Abgesehen davon könnten diejenigen, welche mit dem Gegenstande und seiner Litteratur nicht näher bekannt sind, glauben, dass die Negativitätswelle jener Autoren eine ganz neue Entdeckung wäre, während sie nichts anderes als die von mir gefundene Reizwelle ist. In der Mitteilung vom 18. Juli 1867 loc. cit. steht der Satz: „Ein jeder Punkt des Längsschnittes einer in einem Punkte gereizten Muskelfaser, welcher sich innerhalb der fortschreitenden Reizwelle befindet, verhält sich negativ gegen jeden Punkt des Längsschnittes außerhalb der Reizwelle". Die Auffindung dieser Thatsache, welche von einigen jüngeren Autoren Hermann zugeschrieben zu werden scheint, muss ich ausdrücklich für mich in Anspruch nehmen.

Digitized by Google

während einer Durchströmung nachweisen, wie du Bois-Reymond diese am Nerven beobachtet hat.

Diese an sich sehr interessanten Beobachtungen und Untersuchungen, welche einer eingehenderen Verfolgung wert erscheinen, veranlassen nun den Autor, in der 2. Schrift eine weit ausgreifende Theorie über Atomverkettung in den Molekeln der lebenden Substanzen aufzustellen, und darauf hin eine Theorie der Nerven- und Muskelthätigkeit zu begründen. Eine Theorie ähnlicher Art für die Nerven- und Muskelfaser, welche auf fast denselben Grundlagen aufgebaut ist, ist von mir als das Ergebnis meiner speziellen Untersuchungen in diesem Gebiete bereits im Jahre 1888 veröffentlicht worden[1]), ohne dass Hörmann dieselbe erwähnt.

So erfreulich mir die Genugthuung ist, die mir dadurch zu Teil wird, dass in der jüngeren Generation von Forschern die von mir eingeschlagene Richtung ebenfalls betreten wird, namentlich im Hinblick auf die abfällige und wenig sachliche Kritik[2]), welche sich Biedermann in seiner Elektrophysiologie bei der Wiedergabe meiner Theorie erlaubt hat, ebenso befremdlich war es mir, dass Hörmann letztere mit Stillschweigen übergeht. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass er dieselbe, wenn auch vielleicht nicht im Original, so doch aus dem von ihm citierten Biedermann'schen Werke gekannt hat.

Die gemeinsamen Grundlagen meiner und der Hörmann'schen Theorie sind folgende:

1. Die reizbare lebende Substanz der Nerven- und Muskelfaser besteht aus einer Molekelstruktur, welche in einer Ernährungsflüssigkeit (Paraplasma, Neuro-, Sarkoplasma, Zellsaft) eingebettet ist. Die Molekeln sind in der Faser oder Fibrille in Längsreihen aggregiert und durch Affinitäten aneinander gebunden, welche den chemischen Valenzen gleichwertig sind. Diese Annahme steht in Beziehung zu der Pflüger'schen Idee, nach welcher die lebenden Eiweißmoleküle durch intramolekulare Sauerstoffatome mit einander verkettet sind.

2. Die Längsseiten der Molekelreihen (Längsschnitte) sind in der umgebenden Flüssigkeit durch den elektrischen Strom polarisierbar. An den Querseiten der Molekel (Querschnitt) dagegen findet zwischen je zwei verbundenen Molekeln keine Polarisation statt, so dass sich die Molekelreihe wie ein chemisches Kontinuum verhält. Diese Annahme ist eine Erweiterung der Hermann'schen Kernleitertheorie, welche nur eine Polarisation zwischen einer Hüll- und Kernsubstanz voraussetzt.

---

1) Neue Theorie der Erregungsvorgänge und elektrischen Erscheinungen in der Nerven- und Muskelfaser. Untersuchungen aus dem physiologischen Institut der Univers. Halle, 1. Heft, 1888.

2) loc. cit. S. 298—299 u. S. 728—731.

Digitized by Google

3. Es wird angenommen, dass sich an die Längsseiten der Molekeln gewisse Atomgruppen anlagern, die sich beim Thätigkeitsstoffwechsel ablösen können und sich aus der Ernährungsflüssigkeit wieder ergänzen (Restitution, Assimilation). Bei der Reizung findet Abspaltung dieser Atomgruppen statt (Dissimilierung, Spaltung und Oxydation).

4. Bei der Reizung durch den elektrischen Strom verbindet sich das im Bereich der Kathode an den Längsseiten der Molekeln auftretende Jon mit den dort angelagerten Atomgruppen (Atomen, Hörmann) und erzeugt dadurch Erregung beim Schließen.

Auf die Frage, warum im Bereich der Anode beim Schließen keine Erregung, wohl aber eine solche beim Oeffnen stattfindet, giebt die Hörmann'sche Theorie keine Antwort. Hiegegen gelang es mir nach der von mir speziell der Nerven- und Muskelfaser angepassten Theorie alle Vorgänge der elektrischen Reizung, sowie auch alle elektromotorischen Erscheinungen an diesen zusammenfassend abzuleiten. Da eine Wiederholung aller hierzu erforderlichen Auseinandersetzungen zu weit führen dürfte, so begnüge ich mich an diesem Orte, auf das Original zu verweisen[1]). Die Hörmann'sche Theorie, welche für alle lebenden Substanzen, Protoplasmen und Differenzierungen des Protoplasma, gelten soll, hält sich dementsprechend viel allgemeiner, dürfte aber für so spezielle Differenzierungen, wie wir sie in der Nerven- und Muskelfaser vorfinden, schwerlich ausreichen. Ebenso wenig scheint mir diese Theorie zu genügen, um daraus die eigentümliche Rotationsbewegung in den Zellen der Characeen zu erklären, welche der Ausgangspunkt der Untersuchung gewesen war und auf welche Hörmann am Schluss seiner Schrift zurückkommt.

Man darf wohl sagen, dass diese sehr eigentümliche Differenzierung eines mechanische Arbeit leistenden Protoplasmas sehr wenig dazu geeignet war, um daraus allgemeine Theorien über Reizbarkeit und Kontraktilität herzuleiten. Eine bei Weitem einfachere Grundlage bietet hierfür sicherlich die Untersuchung des freien kontraktilen Protoplasmas der Protisten und der ihnen nahestehenden Entwicklungsformen. Es dürfte daher Wunder nehmen, dass Hörmann von der viel versprechenden Quincke'schen Theorie der amöboiden Bewegung vermöge der Oberflächenspannung, welche namentlich von Berthold[2]), Verworn und Bütschli aufgenommen worden ist, gänzlich schweigt.

Hörmann glaubt, die Rotationsbewegung des Plasmas in den Zellen aus einer Verschiebung der Atome an den Längsseiten der

1) Siehe auch: Bernstein, Zur Theorie der negativen Schwankung. Pflüg. Arch., 1897, Bd. 67, S. 367 u. ff.

2) s. Berthold, Studien über Protoplasmamechanik, 1886. Auf S. 115—124 behandelt Berthold ausführlich die Rotationsbewegung in Pflanzenzellen und betrachtet sie als „Emulsionsbewegung".

Digitized by Google

wandständigen Molekelreihen nach einer bestimmten Richtung erklären zu können. Diese Verschiebung soll durch chemische Zersetzung an irgend einer Molekel und durch Vereinigung des abgelösten Atomes mit einer benachbarten Molekel u. s. w. erfolgen.

Diese Vorstellung scheint mir unbefriedigend. Wie soll durch diesen Vorgang eine bestimmte Richtung der Bewegung resultieren, da die Wirkung eines abgelösten Atomes nach beiden Seiten die gleiche sein müsste? Wie erklärt sich vor allen Dingen die Sistierung der Bewegung durch jeden Reiz? Man sollte doch meinen, dass jeder Reiz eine stärkere Zersetzung an den Molekelreihen, also eine Beschleunigung der Rotationsbewegung zur Folge haben müsse.

Die Hörmann'sche Theorie scheint mir daher weder geeignet, die Bewegungserscheinungen des Protoplasma, noch die des differenzierten Protoplasmas in der Pflanzen- und Tierzelle zu erklären. Die von mir aufgestellte Theorie beanspruchte nicht eine Ableitung der Kontraktionsvorgänge zu geben, sondern beschränkte sich auf die Erscheinungen der Reizbarkeit und Reizleitung in der Nerven- und Muskelfaser. Die Hörmann'sche Theorie, auf denselben Grundlagen basiert, würde auch für diesen speziellen Fall noch nicht genügen, da sie viel zu allgemein und unbestimmt ist. Dagegen reicht sie zur Erklärung der Reizerscheinungen lebender Substanz im Allgemeinen aus, und in dieser Beschränkung bin ich daher geneigt, ihr im Prinzip zuzustimmen.

Die zuletzt von Hörmann berührte Frage, ob das Protoplasma eine Flüssigkeit ist oder bestimmte Molekelstruktur besitzt, kann, wie mir scheint, durch die Hörmann'sche Theorie nicht beantwortet werden. Vor Allem kann man in dieser Hinsicht nicht das einfache Protoplasma, welches formlos oder in Zellen als eine zähflüssige mit Körnchen und Einschlüssen erfüllte Masse erscheint, mit allen daraus hervorgehenden differenzierten Formen, welche eine unterscheidbare mikroskopische Struktur zeigen, identifizieren. Es ist sehr wohl denkbar, dass das einfachste Protoplasma in seiner ursprünglichsten Form aus Lösungen entstanden ist, es ist auch denkbar, dass das einfachste jetzt noch bestehende Protoplasma, wie das der Amöben, aus einer Mischung von echten Lösungen (Zellsaft), unechten Lösungen (kolloidalen Flüssigkeiten), gequollenen Körperchen, ungelösten oder schwerlöslichen Tröpfchen (wie Oeltröpfchen) und anderen Einschlüssen (Reservestoffen, Pigmentkörnchen, Chlorophyllkörner, Vakuolen u. s. w.) zusammengesetzt ist. Auch in den Zellen der Characeen scheinen wir, wenigstens dem Ansehen nach, noch ein Plasma solcher Art vor uns zu haben. Sobald aber aus diesem Plasmakörper sich mikroskopisch nachweisbare differenzierte Gebilde absondern, deren Teilchen besondere, nach den Koordinaten des Raumes geordnete Lagerungen gegeneinander zeigen, scheint es erforderlich, als Ursache derselben eine

Digitized by Google

Anordnung von Molekeln oder Molekelaggregaten vorauszusetzen[1]). Schon die Bildung des Kernes, besonders aber der bei der Teilung der Zellen auftretenden Kernfiguren erfordert zwingend eine solche Vorstellung. Wie sollen denn fadenförmige Gebilde in der Zelle entstehen, wenn nicht innere Kräfte auftreten, welche die Molekeln in der Längsrichtung der Fäden orientieren? Denn dass von außen wirkende Kräfte dies vollbringen, welche die Gebilde formen, wie die Hand des Töpfers den Thon, ist undenkbar. Wie sollen geformte Gebilde, wie die Bakterien, entstehen, wachsen und sich durch Längs- oder Querspaltung vermehren, wenn nicht eine Orientierung der kleinsten Teilchen in der Längs- und Querrichtung vorhanden ist? Zu solchen nach den Koordinaten des Raumes innerlich differenzierten Gebilden der lebenden Substanz gehört aber unstreitig die Nerven- und Muskelfaser des Tierkörpers, insbesondere die quergestreifte Muskelfaser. Man ist also wohl berechtigt, ihnen eine gewisse aus Molekeln oder Molekelaggregaten zusammengesetzte Struktur zuzuschreiben.

Die Ansicht von Berthold[2]), dass der „Plasmakörper in seiner Gesamtheit eine Emulsion sei" erscheint mir viel zu radikal und einseitig. Es ist nach Obigem wohl denkbar, dass das ursprüngliche Plasma und das einfachste, jetzt noch bestehende, keiner Differenzierung fähige Plasma nicht viel mehr als eine Emulsion aus zum Teil sehr komplizierten und einfacheren chemischen Substanzen gewesen ist und noch ist. Aber das Plasma einer Eizelle und Samenzelle, aus welcher eine noch so einfache Entwicklungsform hervorgeht, muss unbedingt mehr als eine Emulsion sein. Die Molekeln müssen schon die Fähigkeit, sich unter gegebenen Bedingungen zu ordnen, besitzen. Man könnte sich daher denken, dass in einem solchen mikroskopisch als zähflüssige Emulsion erscheinenden Plasma schon Molekelgruppen verschiedener Konstitution gleichmäßig gemischt vorgebildet sind, welche man sich unter dem Bilde kleiner ringförmig geschlossener Ketten von Molekeln denken kann. Beginnt unter der Einwirkung auslösender Kräfte in dieser Materie Stoffwechsel und Entwicklung, so könnten die Molekelringe sich öffnen und durch Aneinandereihung in Längs- und Querrichtung zu differenzierten Gebilden auswachsen. Die Gegenwart solcher Molekelringe würde sich aber selbst den stärksten Vergrößerungen nicht offenbaren. Man kann sich vorstellen, dass im Laufe der phylogenetischen Wandelung des lebenden Plasmas eine Fortbildung der Molekelringe zu den fadenförmigen Kerngebilden der jetzt bestehenden Zellen stattgefunden hat. In der weiter entwickelten Zelle persistiert demzufolge der knäuelförmige geschlungene Kernfaden

1) Aehnliche und ausführliche Betrachtungen habe ich bereits an anderem Orte veröffentlicht, s. „Ueber die Kräfte der lebenden Materie" 1880 (Osterprogr. Univ. Halle), S. 11 u. ff.

2) loc. cit. S. 64.

Digitized by Google

im Ruhezustande und erleidet erst bei der Entwicklung durch Teilung, Spaltung und Aggregierung die weiteren bekannten Wandelungen, welche hierbei auftreten. In ähnlicher Weise mögen sich auch bei den Differenzierungen der Nerven- und Muskelsubstanz aus dem Protoplasma die Molekelreihen des Axenzylinders und der kontraktilen Substanz aussondern. Welche molekularen und Atom-Kräfte (chemische) bei der Entstehung und Erhaltung dieser Gebilde in Aktion treten, können wir freilich bis jetzt nicht feststellen. Doch lässt die physiologische Untersuchung hoffen, diesem Ziele näher zu kommen. [56]

Ueber Selbständigkeit und Begriff der Organismengattung.

Von **Wladyslaw Jagodzinski.**

Vorbemerkung. Eine unter den heutigen Naturforschern weit verbreitete Vorstellung ist die, dass die Systematik eine der am besten entwickelten biologischen Disciplinen sei. In der That scheint es zuweilen, als ob die in einem fort erstehenden und mit unverdrossener Fruchtbarkeit verbreiteten neuen Systeme schon einer selber zum System gewordenen Gewohnheit zu liebe geschaffen würden; dagegen kann man in betreff der rein empirischen Grundlagen der Systematik getrost behaupten, dass dieselbe eher an den Anfang als an das Ende ihrer Aufgabe gelangt sei.

Mit den Begriffen der recenten Systematik sind aber bei der Mehrzahl der Forscher die der Transmutationslehre unzertrennlich verbunden. Wer da nun meint, die Transmutationslehre müsse um jeden Preis aufrechterhalten werden und sich zur Stütze seiner Meinung darauf beruft, dass die Mehrzahl oder gar alle Naturforscher von der Wahrheit ihres Inhalts endgiltig überzeugt seien, der möge von der Entscheidung biologischer Streitfragen lieber wegbleiben. „Bange machen gilt nicht", in der Wissenschaft noch weniger, als im Parteikampfe des bürgerlichen Lebens.

In betreff der Aufgabe der vorliegenden Studie sei folgendes bemerkt. Es ist nicht mein Zweck in derselben „philosophische" Betrachtungen anzustellen; solche ließen sich zuweilen gar nicht vermeiden bei dem Bestreben, einige Begriffe scharf hervorzuheben. Ebensowenig sollen hier neue Thatsachen veröffentlicht werden. Thatsachen haben für den Fortgang der Erkenntnis keinen Wert, solange sie nicht verstanden werden oder, was noch viel schlimmer ist, solange sie nicht einmal gehörig beachtet werden. Es haben ja schon lange vor Gallilei alle Menschen gewusst, dass ein frei aufgehängter Gegenstand hin und her schwinge, aber erst Gallilei hat diese Thatsache besonders beachten zu müssen geglaubt. Also auf einen Beitrag zum Verständnis der Erfahrung, auf die Erweiterung der Tiefe, nicht der Breite der Erfahrung kam es mir in erster Linie an.

Dass der vorliegenden Studie die Untersuchungen einiger weniger ganz bestimmter Forscher zu Grunde gelegt sind, ist bloßer Zufall; eine nur einigermaßen umfassende Kenntnis alles dessen, was man schlechthin als Resultate der Specialforschung zu bezeichnen pflegt, wird außerordent-

Digitized by Google

lich erschwert durch die eigentümliche Thatsache, dass die Mehrzahl der Forscher einem gewissen Schematismus zuliebe einige Erscheinungen nur ganz flüchtig behandeln zu müssen glauben. Solche „Einzelheiten" werden dann vom Referenten ohne weiteres übergangen; die Lehrbücher nun gar verfolgen insgesamt das Prinzip, aus der Fülle der Naturerscheinungen nur das „Wesentliche" hervorheben zu wollen.

I. Gleichstellung aller Organismen.

Der Inhalt dieses und des nächstfolgenden Abschnittes ist mehr allgemein erwägender Natur. Beide Ausführungen sagen in Bezug auf die objektive Wirklichkeit der Organismengattungen als selbständiger Besonderungen nichts Positives aus. Dennoch glaubte ich sie hier geben zu müssen, weil beide gewissermaßen die Grundlage abgeben für die Möglichkeit der darauf folgenden Ausführungen.

Die Entscheidung über die Berechtigung oder Nichtberechtigung des verbreiteten Urteils, dass die Organismen sich in wirklich einfache und in wirklich hoch organisierte scheiden lassen, lässt sich an der Hand der bloßen Erfahrung treffen. Die Entscheidung fällt dahin aus, dass obiges Urteil ein Vorurteil ist, freilich ein leicht zu begreifendes. Bekanntlich unterscheidet man schon in der Chemie einfache und sogenannte hoch komplizierte chemische Verbindungen entsprechend den für sie ermittelten Strukturformeln. Nun vergegenwärtigen uns diese Formeln nur die Bedingungen, unter denen eine bestimmte Verbindung zu stande kommt, sagen aber über deren wirklichen (angeblich mehr oder weniger komplizierten) Bau absolut nichts aus (vergl. das Nähere bei F. Dreyer, Stud. z. Methodl. u. Erkenntniskr., 95). Einfache Organismen gar giebt es schon deswegen nicht, weil, wo das Leben anfängt, alle Einfachheit aufhört. Es ist interessant zu wissen, warum und nach welchen Gesichtspunkten viele Organismen ohne weiteres als „niedrig organisiert" bezeichnet werden. Das Transmutationsdogma lautet: es haben früher ganz einfache (uns durch Erfahrung nicht bekannte) Lebewesen gelebt, aus denen sich zuerst die fossil erhaltenen entwickelt haben. Die Säugetiere sind das Endglied der phylogenetischen Entwicklung. Aus diesem Dogma werden zwei Schlüsse gezogen: 1. es muss auch jetzt noch niedere Lebewesen geben, 2. die Säugetiere sind die höchsten Lebewesen. Es fragt sich nun, ist es auch durch die Erfahrung begründet, dass es niedere Lebewesen giebt, und ferner, sind die Säugetiere die höchsten Lebewesen? Da erhebt sich sofort die große Schwierigkeit, nach welchem Maßstabe man einen Organismus als „hoch" oder „niedrig", als „differenziert" oder „einfach" bestimmen soll, A priori lässt sich ein allgemein giltiger Maßstab hierfür nicht aufstellen; bestimmt man einen solchen durch stillschweigende Verabredung, so verfährt man eben unexakt.

Einen Beweis für die Verschiedenstufigkeit der Lebewesen will man darin finden, dass nur einige Organismengattungen hoch ent-

Digitized by Google

wickelte „psychische" Fähigkeiten oder „Instinkte" besitzen. Nun sind die den Begriffen: „psychische Fähigkeit", „Instinkt" zu Grunde liegenden Erscheinungen keine neben und von dem allgemeinen Lebensgeschehen des Organismus in Wirklichkeit getrennt einhergehenden Besonderungen, sondern rein formale Beziehungen in unserem Urteil, insofern wir die Lebensbethätigungen gewisser Organismen nach Analogie unserer Begriffe von Verstand und Gemüt beurteilen. Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel. Ein neben dem Wagen seines Herrn hin- und herrennender Jagdhund verliert in einem hügeligen Terrain seinen Herrn. Die Folge wird sein: beschleunigtes Hin- und Herrennen, endlich Stehenbleiben und lautes Heulen. Aus diesem Geschehen kann beim Hunde weder Absicht, nämlich die, seinen Herrn zu finden, noch Trauer als eine besondere psychische Fähigkeit bestimmt werden. Der Wirklichkeit entspricht nur folgendes. Die peripheren sensibelen Organe des Hundes wurden von Jugend an an Reize gewöhnt, welche auf freilebende Tiere gewöhnlich nicht einwirken. Die Mienen und Winke seines Herrn stellen so ziemlich den ganzen Kreis der für die meisten seiner Bewegungen maßgebenden Bedingungen dar. Mit einem Male fallen alle bisherigen Reize weg. Daraus entsteht das Bestreben des Hundes, die ursprünglichen Lebensbedingungen, also seinen Herrn, aufzusuchen, sodann Unbehagen. Beides kann man aber ebenso gut bei den sogenannten niederen Tieren beobachten.

Es ist nichts weiter als grober Schematismus, wenn man die Lebensäußerungen der sogenannten niederen Organismen mit ein paar Rubriken abthun will, z. B. mit den Bezeichnungen Heliotropismus, Rheotropismus u. a. In Wirklichkeit antwortet ein *Aethalium* oder eine *Arcella* auf tausend verschiedene Reize ebenso verschieden, als ein „hoch organisiertes" Tier.

Es ist bloßer Schein, dass der anatomische Bau einen Unterschied zwischen „hohen" und „niedrigen" Tieren erkennen lasse. Die physiologischen Funktionen einzelliger Wesen sind nämlich so eigenartig, dass auch für diese sehr kleinen Wesen ein „hoch" komplizierter Bau angenommen werden darf[1]), gleichviel ob er morphologisch nachweisbar ist oder nicht.

1) W. Pfeffer sagt, dass schon jede einzelne Zelle ein gegliederter Organismus sei. A. Fischer hält die Geißeln der beweglichen Bakterien für wirkliche Bewegungsorgane, deren Substanz „eigenes Leben, eigene Kontraktilität" besitzt. Schaudinn (Zeitschr. f. wiss. Zool., 95, S. 216) sagt, dass die kleinsten Körnchen, welche das Plasma von *Calcituba* erfüllen „oft Bewegungen ausführen, welche von der Plasmaströmung ganz unabhängig sind". Ebenso wenig kann von Einfachheit die Rede sein bei der Strömung in den Protoplasmasträngen von *Caulerpa*. Dieselbe geht bisweilen nur in einer Richtung vor sich, um dann bald nachher mit der entgegengesetzten abzuwechseln, meistens aber werden selbst an sehr dünnen, vollkommen hyalinen Fäden Körner in entgegengesetzten Richtungen vorgeschoben (Janse, Jahrb. f. wiss.

Digitized by Google

Aber selbst da, wo anscheinend einfacher Bau vorliegt, ist ein solcher nicht durch „Stehenbleiben auf einer niedrigen Stufe der Entwicklung" bedingt, sondern das Postulat mechanischer Prinzipien. Ein Mechaniker, selbst wenn er mit vollkommenen Hilfsmitteln arbeitete, kann bei der Anfertigung eines Instrumentes in sehr kleinem Maßstabe nicht unter eine gewisse Größe herab gehen, wenn er das Prinzip des Mechanismus nicht ändern oder vereinfachen darf. Ein treffendes Beispiel bei Metazoen für die Vereinfachung des Prinzips eines Mechanismus bei uneingeschränkter Leistungsfähigkeit bietet die Herzthätigkeit der Tunicaten.

Eine gewisse Analogie, die zwischen den Funktionen der Bewegungsorgane der Metazoen und denen eines Ciliaten besteht, berechtigt uns für letzteren „besonders differenzierte motorische Organe" anzunehmen. So haben Untersuchungen über die polare Erregung durch den konstanten Strom ergeben, dass im geschlossenen Strome bei *Palaemonetes* die Beine auf der Anodenseite in Beugestellung geraten, die Beine auf der Kathodenseite in Streckstellung. Eine ähnliche Erscheinung fand Ludloff bei *Paramecium*, dessen Flimmerhaare an der Anode nach hinten, an der Kathode nach vorn (in homodromer Stellung) schlagen [1]).

Entspräche es der Wirklichkeit, dass einzellige Wesen „sehr einfache" Organismen sind, so müsste es leichter sein, die sich an ihnen abspielenden Lebenserscheinungen klarer und besser zu erkennen, als etwa an Wirbeltieren. Nun ist aber gerade das Umgekehrte der Fall, worauf Rosenthal besonders hingewiesen hat.

Bedenkt man endlich, dass die Bewegungen der blinden Höhlentiere thatsächlich derartige sind, als gehörten sie einem sehenden Tiere an, dass die augenlosen *Leptodorus* fliehen, als ob sie den Weg sehen könnten und jede Spalte bei der Flucht zu benutzen wissen [VIII, S. 11—12], so sieht man ein, wie recht naiv und unexakt es ist, die Stellung eines Lebewesens in der Natur nach Quantität und Qualität einiger willkürlich herausgegriffenen oder unserem eigenen Bau eigenen Besonderungen, hier nach der Devise: corpus humanum rerum omnium mensura, zu bestimmen.

II. Paläontologie und Transformation.

Die mehr populären, die Descendenzfrage behandelnden Schriften neigen zu der Darstellung, die paläontologischen Ergebnisse ließen

Bot., 21. Bd., S. 185). Hertwig (Die Zelle, S. 71) nimmt an, dass die kontraktilen Vakuolen bei Ciliaten wirkliche Zellorgane sind. Ueber das Vorhandensein einer ausgeprägten Individualität bei Foraminiferen vergl. Jensen, Pflüg. Arch. f. Physiol., 95, S. 172.

1) Vergl. Verworn, Unters. über die polare Erreg. u. s. w. in Pflüg. Arch., 62. Bd., S. 415. Einwandsfreie Deutungen der galvanotropischen Erscheinungen lassen sich indessen zur Zeit nicht geben.

Digitized by Google

nur zwei Möglichkeiten offen: entweder seien die Petrefakten ein bloßes Spiel der Natur oder die zufällig erhaltenen Glieder eines einzigen einheitlichen Stammbaumes der jetzt lebenden Organismen. Ein zweifelloses „Bindeglied" des in seiner Dauer unsere Begriffe von Zeit übersteigenden Entwicklungsprozesses stelle beispielsw. dar die *Archaeopterix*, welche Vogel- und Reptilienmerkmale miteinander vereinige. Nun hat sich gerade neuerdings Dames auf Grund der Untersuchung der bloßgelegten Skelettteile der *Archaeopterix* dahin ausgesprochen, „dass *Arch.* kein Uebergang zwischen Reptil und Vogel, sondern ein Vogel" sei. Dass aber Art und Vorkommen der Petrefakten noch gar nichts hinsichtlich der Natur der Beziehung verschiedener Formen zu einander beweisen oder auch nur vermuten lassen, geht schon allein daraus hervor, dass ein Cuvier[1]), der die Grundlage für die Paläontologie der Wirbeltiere geschaffen, ein Agassiz, der festgestellt wissen wollte, dass keine Art von einer Formation in eine andere übergehe, dass Bronn, der die Cuvier'sche Katastrophen-Theorie zu widerlegen suchte, vielleicht nicht einmal an die Möglichkeit der Transmutation der Organismen dachten.

Wenn indessen die heutigen Paläontologen die Transmutationslehre befürworten, so hängt dies zusammen mit den Vorstellungen, welche sie über die Natur und den Grad der Veränderlichkeit der Organismen haben, beruht aber keineswegs auf irgend welchem durch die Ergebnisse selbst erbrachtem Beweismaterial. Zur Erläuterung diene ein Beispiel. In betreff der Säugetierfauna des untersten Eocäns sagt v. Zittel folgendes: „Wäre es möglich, den Tiergestalten der Cernays- und Puercoperiode Leben einzuhauchen und sie unter unsere heutige Säugetierfauna zu versetzen, so würde vermutlich jeder Zoolog die damaligen *Creodontia*, *Condylarthra*, *Pachylemuria* und *Amblypoda* in eine einzige einheitliche Ordnung zusammenstellen, obwohl sie unzweifelhaft die primitiven Vorläufer von vier, nachmals stark differenzierten Gruppen darstellen. Dieses Zusammenwachsen verschiedenartiger Stämme in eine gemeinsame Wurzel bildet eins der stärksten Argumente zu Gunsten der Descendenztheorie". Zittel hält also die vier alteocänen Ordnungen im Vergleich zu den späteren typischen Repräsentanten derselben Ordnungen für primitiv im Sinne von einfach, niedrig organisiert. Dieses Argument ist aber ein rein formales. Denn es lässt sich a priori überhaupt kein objektiv giltiger Maßstab aufstellen, um nach diesem einfache von hoch organisierten Tieren unterscheiden zu können. Der von K. v. Zittel angelegte Maßstab (Größe der Hirnkapsel, Differenzierung des Gebisses u. a.) ist offenbar ein nachträglich abgeleiteter, setzt also nichts weniger als eine niedrige Organisation der alteocänen Formen schon voraus. „Das Zusammenwachsen verschiedenartiger Stämme in eine gemeinsame

1) Dargestellt nach K. v. Zittel's Handb. d. Paläont.

Digitized by Google

Wurzel" ist wieder ein hineingedachtes, kein durch Erfahrung gegebenes. Die Erfahrung bietet keinen Anhalt für die Annahme, dass sich z. B. die ausgestorbenen *Creodontia* zu den jetzigen Carnivoren differenziert haben. Nach v. Zittel's eigener Darstellung sind die *Creodontia* allmählich ausgestorben (im jüngeren Miocän vollständiger Mangel an solchen) und die echten Carnivoren sind plötzlich im oberen Eocän in großer Formenfülle aufgetaucht; von einem wirklichen Zusammenwachsen beider Ordnungen in eine gemeinsame Wurzel weiß man nichts.

Die in alle die Transformation behandelnden Lehrbücher gewanderten Clichés, welche die angebliche allmähliche Umformung des Equiden-Fußes darstellen, mögen viele von der Transformation der Equiden-Gattungen überzeugt haben, denn sie lassen an Vollständigkeit und Einfachheit — wenigstens auf dem Papier — wenig zu wünschen übrig. Allein, das Schicksal, welches anscheinende Ermittelungen gerade überaus einfacher Verhältnisse bisher oft erfahren haben, insofern gründliche und an umfangreicherem Material gewonnene Untersuchungen ihre Unhaltbarkeit erwiesen haben, berechtigen uns zu der Zuversicht, dass auch der anscheinend ermittelte Zusammenhang verschiedener Pferde-Gattungen in einem einheitlichen Stammbaume sich späterhin als Trugschluss erweisen wird. Wie problematisch die Aufstellung aufsteigender Formtypen ist, beweist das folgende Urteil von Rüst[1]) in betreff der vermuteten Weiterentwicklung der Radiolarien: „Wenn der Verfasser in seinen Arbeiten über die fossilen Radiolarien aus den Gesteinen des Jura und der Kreide eine Weiterentwicklung der Formen vom Niederen und Einfacheren zum Vollkommeneren und Zusammengesetzteren wahrzunehmen geglaubt hatte, so wurde diese Ansicht durch die Beobachtung der paläozoischen Radiolarien widerlegt. Es stellte sich heraus, dass im Silur, Devon und Carbon gerade die komplizierten Formen die vorherrschenden sind, Formen, die den hoch entwickelten Arten des Tertiärs und der Jetztzeit nahe stehen, im Jura und der Kreide aber nicht beobachtet wurden". Dass gerade bei der Aufstellung mehr oder weniger weit gefasster Formenreihen subjektiver Schematismus oft eine große Rolle spielt, geht auch aus der folgenden Aeußerung Blanckenhorns[2]) hervor: „Es giebt meiner Ansicht nach nirgends auf der Welt, auch in Kroatien-Slavonien und Kos nicht, derartige vollständige, sich aneinander reihende Aufschlüsse von isopischen Petrefaktenbänken, die dazu nötig wären, um über die Fortentwicklung von Süßwasserkonchylien von der Tertiärzeit bis zur heutigen Fauna des betreffenden Landes

1) Rüst, Beitr. z. Kennt. foss. Rad. aus d. Trias und den paläozoisch. Schichten. Palaeontographica, Bd. 38.

2) M. Blanckenhorn, Zur Kennt. d. Süßwasserablagerungen u. Mollusk. Syriens. Paläont., 44. Bd., S. 93.

Digitized by Google

ganz unanfechtbare Schlüsse zuzulassen. . . . Der Zusammenhang der Formenreihen untereinander bleibt in den meisten Fällen ein Rätsel“ [1]).

Auf zwei bisher wenig beachtete Schwierigkeiten, die von Seiten der Paläontologie der Möglichkeit der Transformation gegenüberstehen, sei hier besonders hingewiesen. Die erste betrifft die Vorstellung, die ältesten Stammformen, angeblich pelagische Tiere, hätten keine besonderen Hartteile besessen und wären uns darum fossil nicht erhalten. Wenn dem so wäre, dann müssten die vorweltlichen Vertreter recenter Gruppen durch weniger entwickelte Skelett- oder Hartteile sich auszeichnen. Nun ist aber zumeist das Umgekehrte der Fall. So erwähnt Rüst hinsichtlich der paläozoischen Radiolarien, dass sie gegenüber den mesozoischen einen viel größeren Reichtum an mit starken Kugelschalen versehenen Formen aufweisen. Auffallend ist die ungewöhnlich starke Entwicklung des Hautskeletts der aufs Paläozoicum beschränkten Panzerfische. Desgleichen zeichnen sich die ausgestorbenen Stegocephalen (Amphibien), unter den mesozoischen Reptilien einige Dinosaurier und unter den Säugetieren besonders die Glyptodontiden durch ein Hautskelett bezw. durch einen mächtig entwickelten Panzer aus. Die zweite weit größere Schwierigkeit betrifft die Wirklichkeit sogenannter persistenter oder konservativer Typen. Wie soll man es verstehen, dass sich in einigen Fällen viele Gattungen seit den ältesten Zeiten bis auf unsere Zeit unverändert erhalten konnten (viele Radiolariengattungen seit den vorkambrischen Phylliten, *Lingula*, *Discina* seit dem *Cambrium*, unter den Säugetieren einzelne der Mikrofauna angehörige Gattungen seit dem Eocän), während in anderen Fällen eine geradezu unglaubliche Veränderung stattgefunden haben soll, wie die angebliche Transmutation eines *Phenacodus* über das hasengroße *Hyracotherium* in ein stattliches Pferd?

Will man an gewissen Dingen nicht mehr sehen, als nur das, was thatsächlich daran zu sehen ist, so wird man vorläufig auf die zuerst durch Cuvier versuchte Lösung des Rätsels, welches uns das Gehen und Kommen der Lebewesen stellt, verzichten müssen; bei bestem Wollen und Können kann nämlich aus der Beschaffenheit der Fossilien nichts mehr gefolgert werden, als dass die ausgestorbenen Wesen einer nur bedingten Variation fähig waren, eine Folgerung, welche weit vollständiger durch die Verhältnisse der recenten Wesen bestätigt wird aber mit der Vorstellung über die Selbständigkeit der Gattungen keineswegs im Widerspruch steht.

---

1) Sehr auffallend ist nach Böse (ebenda) der Umstand, dass eine große Reihe von Brachiopodenformen des unteren Jura zum Verwechseln ähnlich solchen des mittleren Jura ist, obwohl in der viel artenreicheren Brachiopodenfauna des unteren mittleren Jura Mittelformen vollkommen fehlen.

Digitized by Google

III. Der Species-Begriff Linné's. Eigenschaften und Merkmale.

Wenn Linné sagt: varietas est planta mutata a causa accidentali . . . reducitur itaque[1]) — so geht hieraus zur Genüge hervor, dass er eben nicht an eine unbedingte Unveränderlichkeit der Species geglaubt habe. So oft von der Unveränderlichkeit eines Dinges die Rede ist, hat man sich vor allem klar zu machen, was an dem Dinge unveränderlich sein soll. So ist z. B. der Phosphor als Element unveränderlich, d. h. es ist nicht zu erwarten, dass derselbe unter irgend welchen Bedingungen etwa zum Arsen wird. Dagegen ist ein ganz bestimmter Zustand des Phosphors, etwa der gelbe Phosphor, veränderlich, d. h. er hat die Fähigkeit unter bestimmten Bedingungen etwas ganz anderes, nämlich roter Phosphor zu werden. Man hat demnach zu unterscheiden zwischen den Eigenschaften (= der Wirkungsfähigkeit) und den (vorübergehenden) Zuständen (= den Merkmalen) eines Dinges. Unter Eigenschaften versteht man abstrakte Gesetze, nach denen ganz bestimmte Zustände oder Merkmale eines einheitlichen Dinges aufeinander folgen, indem man diese Aufeinanderfolge auf bestimmte Zustände eines anderen Dinges, also auf bestimmte Bedingungen bezieht. Man kann auch kurzweg die Eigenschaften als bedingungsweise zu erwartende Merkmale und die Merkmale als zufällige Eigenschaften betrachten. Nach dieser Begriffsbestimmung von Eigenschaften und Merkmalen ergiebt sich also, dass die Veränderlichkeit der Species-Merkmale und die Konstanz der Eigenschaften der Species durchaus miteinander vereinbar sind.

Nach Linné stellen nun die Arten in der Natur verwirklichte selbständige Besonderungen dar, d. h. zu einer Art gehören alle gleichbeeigenschaftete Organismen. Der Mangel der Linné'schen Species-Bestimmung lag darin, dass er nur eine sehr geringe Veränderlichkeit der Species-Merkmale annehmen zu müssen glaubte und ausschließlich auf die Merkmale Gewicht legte. Hinsichtlich der Gattung Linné's gilt dasselbe, was von seiner Ordnung, Familie u. s. w. gilt; es sind nach willkürlichen Gesichtspunkten abstrahierte Gruppierungen der Species.

IV. Die relative Konstanz der Merkmale oder die physiologische Verschiedenheit morphologisch gleicher Organe.

Naegeli hatte zuerst darauf hingewiesen, dass zur Feststellung der Zusammengehörigkeit gegebener Organismen das Vorhandensein

1) Es mögen wohl nur sehr wenige der neueren Forscher, welche Linné citieren, seine Philosophia Botanica wirklich in der Hand gehabt haben. Schon Alph. de Candolle widmet in seiner Species-Studie (1862) den Ansichten Linné's eine ziemlich oberflächliche Beachtung (XII).

Digitized by Google

morphologischer Unterschiede noch nicht genüge, sondern dass auch die Beobachtung des Verhaltens lebender Organismen, und zwar unter gleichen Bedingungen notwendig sei. Unter anderem hatte Naegeli [III, S. 40] durch Kulturversuche festgestellt, dass selbst die Merkmale einzelner Zwischenformen zwischen zwei Varietäten[1]) der Gattung *Hieracium* in der Kultur durchaus konstant bleiben. Er glaubte „nach der Zeit, innerhalb welcher ein Merkmal sich verändert" folgende Stufen der Konstanz [III, S. 27] unterscheiden zu müssen: 1. Standortsmerkmale, 2. individuelle (atavistische), 3. „Merkmale säkularer Konstanz; erst nach Verlauf von zahllosen Generationen finden Ueberführungen derselben in andere Merkmale statt. Sie bedingen die Varietäten, Subspecies und Speciestypen", Diese Unterscheidung ist natürlich objektiv nicht begründet. Es ist z. B. nicht wahr, dass die Standortsmerkmale in der Kultur sofort verschwinden [III, S. 29]. Der weiter oben angeführte Kultur-Versuch Bonnier's zeigt vielmehr, dass in einem bestimmten Falle typische Standortsmerkmale erst nach Verlauf von vier Jahren verschwinden, und es ist sicher, dass noch erheblich längere Zeiträume dazu nötig sein können. Naegeli hatte offenbar die Bedeutung des Wechsels der Existenzbedingungen für die Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen richtig erkannt, aber er hatte übersehen, dass der Effekt eines Naturgeschehens mit beeinflusst wird durch die Dauer der Einwirkung bestimmter Bedingungen.

Naegeli hatte aber auf eine Thatsache hingewiesen, welche für die Erkenntnis der allgemeinen Eigenschaften des Organismus von ganz hervorragender Bedeutung ist[2]). Er hatte gefunden [Briquet, IV, S. 227], dass bei *Hieracium Villosum* subsp. *villosum* Zwergwuchs und Schmalschuppigkeit in einigen Fällen in der Kultur unbeständig blieben, in anderen Fällen dagegen konstant; im letzteren Falle glaubte Naegeli „erblich fixierte", also dauernd veränderte Formen vor sich zu haben.

Durch die Feststellung der physiologischen Verschiedenheit morphologisch gleicher Organe — so präcisierte Naegeli seine Beobach-

1) Vergl. hierüber auch: Naegeli, Mechan. physiol. Theor. d. Abst. S. 238, ferner Briquet (IV, S. 226). Ueber die sogen. Zwischenformen vergl. das im Abschn. X Gesagte.

2) Welche Bedeutung einer Erfindung bezw. einer Beobachtung in einem größeren Ganzen zukommt, dies abzuschätzen ist der Urheber einer solchen im allgemeinen nicht in der Lage, wie von Helmholtz feinsinnig bemerkt hat. Das Gleiche gilt von den sog. Lehren, den begrifflichen Abstraktionen einer Summe von Einzelerfahrungen. So wurde früher, so noch von Kant, dem im Grunde rein formalistischen Streite zwischen den Vertretern der „Epigenesis" und der „Evolution" eine Wichtigkeit beigemessen, die jetzige Forscher sonderbar anmutet; Aehnliches gilt von Geoffroy Saint-Hilaire's „l'unité d'organisation", von Goethe's Metamorphosenlehre und wird gewiss in Zukunft noch von vielen schönen Lehren gelten.

Digitized by Google

tung — ist die Speciesfrage als ein rein physiologisches Problem bestimmt. Der Brennpunkt desselben liegt in der Entscheidung, ob ein Organismus seine Eigenschaften — Eigenschaften in dem hier definierten Sinne — dauernd verändern kann oder nicht. Der Annahme der Konstanz der Eigenschaften scheint nun von vornherein zu widersprechen die angebliche Wirklichkeit spontaner Veränderungen an Organismen.

V. Die angebliche Wirklichkeit spontaner Veränderungen an Organismen lässt sich nicht darthun.

Alle Ercheinungen am Organismus, welche einer besonderen Gesetzlichkeit nicht unterworfen zu sein scheinen, fasst man unter den Begriff der Spontaneität. Geringfügige Verschiedenheiten an Pflanzen, die aus anscheinend gleichem Samen unter anscheinend ganz gleichen Bedingungen aufwachsen, bezeichnet man als spontane Variationen. Es frägt sich daher, ob ein in der Natur des Organismus begründeter Unterschied besteht zwischen spontaner Variation und solcher, deren Zustandekommen wir durch Nachweis besonderer Bedingungen als ein notwendiges erweisen können. Viel schärfer noch, als beim Wachstum, tritt uns der Gegensatz zwischen spontanen und nicht spontanen Erscheinungen entgegen bei der Bewegung der Tiere. Dem ungeschulten Blick erscheinen zwar Bewegung und Wachstum als zwei ganz verschiedene Dinge, wie denn Aristoteles bei Pflanzen eine ernährende Seele annahm, den Tieren aber auch noch eine bewegende zuschrieb. Allein in Wirklichkeit sind beides nur einseitige Betrachtungsweisen ein und desselben Geschehens. Bei Bewegungen unterscheidet nun die vulgäre Psychologie zwischen nicht spontanen oder Reflexbewegungen und rein spontanen Bewegungen der Tiere. Nun hatte Bickel in seinen „Beiträgen zur Lehre von den Bewegungen der Wirbeltiere“ (Pflüg. Arch. f. Physiol., 65. Bd., S. 231—47) sich vorgenommen festzustellen, ob die Unterscheidung zwischen spontanen und nicht spontanen Bewegungen bei Tieren gerechtigt ist. Er stellte experimentell fest, dass zu jeder spontanen Bewegung ein peripheres Sinnesorgan nötig ist, und dass ohne solches keine Bewegung erfolgen kann und kam zu dem Schluss, dass spontane Bewegungen auch nur reflektorische Bewegungen sind und unter das Gesetz der Kausalität fallen. „Es existiert eigentlich nur ein ganz äußerlich von uns hineingetragener Unterschied zwischen spontanen und nicht spontanen Bewegungen. Der Unterschied wurde darum aufgestellt, weil man die Ursachen der einen Bewegungsgruppe nicht nachweisen konnte, während sie bei der anderen so augenfällig zu Tage traten“.

Zufolge der eben gewonnenen Vorstellung muss sich bei sogenannten spontanen Bewegungen bezw. bei durch Wachstum bedingten Formveränderungen stets die Möglichkeit eines besonderen die Spontaneität bedingenden äußeren Faktors darthun lassen. Wenn sich z. B.

Digitized by Google

die Larven aus ein und demselben Laichklumpen eines Wasser-Frosches in ein und demselben Aquarium teilweise umwandeln, teilweise nicht umgewandelt überwintern, so wird man sofort sagen, dass hier spontane Variation[1]) mit im Spiele sei, weil gleiche Keime unter ganz gleichen Bedingungen aufwachsen. Weder das eine noch das andere braucht indessen der Fall zu sein. Es können nämlich die Keime schon im Mutterleibe unter ungleichen Bedingungen gewachsen sein, insofern als die für die Beschleunigung der Metamorphose maßgebenden hier unbekannten Faktoren in nicht zureichender Intensität auf das Muttertier eingewirkt hatten, so dass bei letzterem sich nur ein Teil der Keime zu einer beschleunigten Metamorphose fähigen Eiern entwickelte, oder aber der ganze Laichklumpen wurde nicht gleichmäßig erwärmt, der Zufall verteilte die Nahrung unter die ausgeschlüpften Individuen verschieden u. a. m. Wenn aber in den allermeisten Fällen die Bedingungen[2]) für das Zustandekommen einer besonderen Variation uns ganz verborgen bleiben, so liegt das daran, dass der Organismus oft auf die allerfeinsten für uns gar nicht wahrnehmbaren Reize reagiert, welcher Umstand unser Urteil hinsichtlich der Gesetzlichkeit aller Variationen stark beeinflusst[3]).

VI. Konstanz der Eigenschaften.

Schon A. De Candolle hatte ausdrücklich hervorgehoben, die Hauptschwierigkeit der Transformationslehre liege nicht darin, zu beweisen, dass sogen. neue Formen „entstehen", sondern vielmehr darin, nachzuweisen, dass solche Formen sich wirklich dauernd vererben [XII, S. 355]. Um so mehr muss es befremden, wie man in der

1) bezw. „innere Ursachen", vergl. Naegeli, Theor. d. Abst., S. 108.

2) In einigen Fällen geben uns Kulturversuche über dieselben Aufschluss. So zeigten nach Goebel die Sprossaxen belichteter *Campanula rotundifolia*-Pflanzen eine Behaarung, welche bei den im Schatten stehenden nicht wahrnehmbar war. Wächter beobachtete, dass an unterirdischen Ausläufern von *Sagittaria natans* Knollen auftreten, wenn die Pflanze als Landpflanze gezogen wird, während unter gewöhnlichen Bedingungen die Knollenbildung unterbleibt. Wird ein Schimmelpilz auf verschiedenen Substraten ausgesät, so entspricht je eine bestimmte Form jedem Substrat, u. a. m.

3) Ein sehr lehrreiches Beispiel hierfür bietet uns eine glaubwürdige Beobachtung aus dem Leben der Rohrsänger. Dieselben legten in gewissen Jahren ihre Nester höher an, als gewöhnlich. Da stellte es sich heraus, dass lange nachdem das Nest fertig war, andauerndes Regenwetter eintrat und der Stand der Teiche sich hoch über das gewöhnliche Maß erhob (Brehm). Auch die Wanderungen der Zugvögel setzen offenbar eine ungeheure Empfindlichkeit derselben gegen Aenderungen der Temperatur und der Stromrichtung der Luftschichten voraus. Die blinden Insekten, ferner die Fledermäuse scheinen, wenn sie sich bewegen, Widerstände zu empfinden, welche infolge der Bewegung hervorgerufene Lufterschütterungen an festen Gegenständen erleiden.

Digitized by Google

Folgezeit die bloße Variabilität „als einen Beweis für die Umwandlung der Arten oder ein Mittel dazu ansehen konnte [H.S. CI]. Thatsachen, welche gegen die Konstanz der Eigenschaften sprechen, konnten von Transformisten bisher nicht geltend gemacht werden; man ergeht sich statt dessen in falschen Analogien oder in unbegründeten Mutmaßungen. Man sagt z. B.: wie ein Eisendraht über eine bestimmte Belastungsgrenze hinaus seine Elastizität dauernd verliert, so erfahren organische Gebilde unter Umständen eine Veränderung ihrer Eigenschaften. Nun gewinnt bekanntlich ein Eisendraht, wenn er umgeschmolzen wird, seine Elastizität wieder — und die angeblich veränderten Eigenschaften der organischen Gebilde sollten nie umkehren? Bei einigen Bakterien soll es gelungen sein, durch fortgesetzte Kultur die Fähigkeit der Farbstoffbildung unter normalen Bedingungen zu eliminieren (Pfeffer, S. 498). Solche neue physiologische Merkmale sind dann nach Pfeffer (S. 27) so vollständig fixiert, dass unter den normalen Kulturbedingungen „vielleicht“ nie ein Rückschlag eintritt. Nun ist erstens ohne weiteres klar, dass eine zeitlich beschränkte Beobachtung neu aufgetretener Merkmale einen sicheren Schluss bezüglich des beständigen oder nur vorübergehenden Charakters derselben unmöglich zulässt. Zweitens hat man nicht die geringste Ursache eine „irreparable Verschiebung“ dieser oder jener Merkmale zu dekretieren, solange man nicht einmal die Bedingungen kennt, welche diese Verschiebung oder Aenderung herbeigeführt haben. Wenn also z. B. in den Seealpen *Galeopsis speciosa* var. *sulfurea* durchaus beständig ist, so ist das noch kein Beweis, dass die spezifischen Merkmale dieser Varietät dauernd verändert sind. Denn man hat festgestellt, dass in der Gegend von Lyon var. *sulfurea* schon viel weniger beständig ist. Pflanzen dieser Varietät, die endlich in Besançon ausgesät wurden, lieferten nur zum kleineren Teil var. *sulfurea*, der größere Teil der Samen lieferte die var. *speciosa* (Briquet IV S. 227).

Gegen die Konstanz der Eigenschaften der Species hatte bekanntlich Naegeli folgenden Einwand geltend gemacht. Weil es sicher sei, dass viele alpine Pflanzenvarietäten erst in jüngeren geologischen Epochen „entstanden“ seien, so müssten dieselben, wenn die Species in ihren Eigenschaften sich konstant bleiben würde, unter den Existenzbedingungen, wie sie der Standort in der Ebene, etwa ein botanischer Garten biete, sofort verloren gehen; dies sei aber keineswegs der Fall. Warum nun dies Verlorengehen der Merkmale sofort vor sich gehen soll, ist schwer einzusehen. Jedenfalls entspricht die Erwartung Naegeli's nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Es zeigt vielmehr der folgende Versuch, dass das Verhalten, welches die Species in Bezug auf die Zeit der Veränderung ihrer Merkmale einnimmt, entschieden für die Konstanz ihrer Eigenschaften spricht.

Digitized by Google

VII. Der Kultur-Versuch Bonnier's mit *Teucrium Scorodonia*. Folgerungen.

In seinen „Recherches expérimentales sur l'adaption des plantes" [II][1]) führt G. Bonnier einen Versuch an, der für das Verständnis der Organismennatur von großer Bedeutung ist. Der Autor hatte aus der Ebene stammende Pflanzen der Species *Teucrium Scorodonia* ins Gebirge und gleichzeitig solche aus dem Gebirge in die Ebene verpflanzt. Nach 4 Jahren wurden die Versuchspflanzen beider Serien zur Hälfte in ihre ursprünglichen Standorte zurückverpflanzt. „Besonders interessant an diesen im umgekehrten Sinne vorgenommenen Verpflanzungen ist das wichtige Resultat, dass alle Veränderungen, welche infolge der Aenderung des Klimas im Laufe einer bestimmten Zeit eintreten, nach Verlauf derselben Zeit verloren gehen, wenn man das ursprüngliche Klima wieder einwirken lässt". Zweierlei verdient also besondere Beachtung: erstens, dass ein veränderten Lebensbedingungen ausgesetzt gewesener Organismus unter den ursprünglichen Bedingungen auch seine ursprünglichen Merkmale annehmen kann, zweitens, dass dieser Vorgang sich nicht sofort, sondern je nach der Dauer der Einwirkung veränderter Existenzbedingungen vollzieht.

In Bezug auf den eben genannten Versuch kann man die Frage aufwerfen, ob die Konstanz der Eigenschaften des Organismus wirklich ist, d. h. nicht nur für ein paar Jahre, sondern für hundert, tausend Jahre, ja für immer gilt? Auf längere Zeiträume ausgedehnte Versuche über die Veränderlichkeit sind bisher allerdings nicht angestellt worden; solche Versuche sind indessen meiner Meinung nach überflüssig. Die Zeit ist nämlich streng genommen kein verändernder Faktor, sondern sie gilt uns nur als Maßstab für die Menge der Energie, welche ein Organismus zu dieser oder jener Veränderung bedarf. Man braucht also nur in geeigneter Weise die Aufnahme der für eine Veränderung vom Organismus benötigten Menge einer bestimmten Energie zu beschleunigen. Eine solche Beschleunigung war Bonnier gelungen, indem er durch künstlichen Wechsel der Temperatur in weniger als 2 Monaten gewisse Pflanzen der Ebene derart umwandelte, dass sie das Aussehen der alpinen Formen derselben Arten erhielten. Auf einer Beschleunigung der Aufnahme der Menge der Energie, die nötig ist, um neue Merkmale hervorzubringen, beruhen die Temperaturversuche mit Schmetterlingspuppen. Wenn es demnach gelungen ist, durch Einwirkung künstlicher Wärme (bzw. Kälte) aus den bei uns seit Jahrtausenden lebenden Formen Aberrationen zu erzeugen, welche Merkmale in wärmeren (bzw. kälteren) Gebieten lebender Abarten be-

1) Die eingeklammerten römischen Zahlen beziehen sich auf das am Schluss zusammengestellte Litteratur-Verzeichnis.

Digitized by Google

sitzen, was ist denn das anderes, als der Beweis, dass auch Jahrtausende keine dauernde Veränderung der Merkmale, also keine Veränderung der Eigenschaften zu bewirken vermögen?

Wer die Konstanz der Eigenschaften leugnet, der muss auch die Thatsache der Vererbung leugnen. Denn die bisherige Vorstellung, dass ein Organismus nur „im großen und ganzen" seine Eigenschaften vererbe, enthält einen unlösbaren Widerspruch; es ist ganz undenkbar, dass ein Organismus seine Eigenschaften vererben und auch zu gleicher Zeit nicht vererben soll. Es giebt also entweder eine unbedingte Vererbung oder gar keine[1]).

(Schluss folgt.)

A. H. Church, The Polymorphy of *Cutleria multifida* (Grev).

Obgleich der Generationswechsel im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist, war für die *Phaeophyceen* unter den Algen bisher doch nur ein Beispiel desselben bekannt geworden, das sich bei *Cutleria - Aglaozonia* findet. Von Reinke[2]) vermutet, war der Zusammenhang der beiden so ganz verschieden gebauten Pflanzen durch die Untersuchungen von Falkenberg[3]) so gut wie gewiss geworden; doch blieben eine Reihe Fragen in der Naturgeschichte dieses Entwicklungszyklus unbeantwortet und die z. T. entgegengesetzten Resultate, die Thuret[4]) bei seinen Versuchen mit *Cutleria multifida* erhalten hatte, forderten zu erneuten Untersuchungen über diesen Gegenstand auf. Nun hat der Engländer A. H. Church Gelegenheit gehabt, bei Plymouth sowohl *Cutleria multifida* als auch *Aglaozonia reptans* wiederholt zu sammeln und in den Laboratorien der dortigen biologischen Station eine Reihe lehrreicher Kulturversuche vorzunehmen. Da der Bericht, den er unter dem obigen Titel in den „Annals of Botany" veröffentlicht[5]), allgemein wichtige biologische Fragen einschließt und des-

---

1) Der Streit um Vererbung oder Nichtvererbung „erworbener" Eigenschaften (= Merkmale) bewegt sich demnach in leeren Beziehungen; soll die Natur etwas „Neues" erwerben können, so muss man schon die Existenz von etwas außerhalb der Natur Stehendem beweisen können, welcher Forderung unter den Transformisten meines Wissens nur Naegeli allein durch die Annahme einer besonderen „Vervollkommnungstendenz" gerecht geworden ist. — Aus der unbedingten Vererbung erklärt sich auch ganz ungezwungen die Erscheinung des „Atavismus" und die ihm ähnliche Erscheinung, dass alle Kulturerzeugnisse unter ihren ursprünglichen Lebensbedingungen früher oder später verwildern.

2) J. Reinke, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Cutleriaceen des Golfs von Neapel, 1878 (Nova Acta, Bd. XL, p. 57—96, Taf. VIII—XI).

3) P. Falkenberg, Die Befruchtung und der Generationswechsel von *Cutleria*, 1879 (Mitt. a. d. zool. Station z. Neapel, Bd. I, p. 420—447, Taf. XIII).

4) Thuret, Recherches sur les zoospores des algues, 1850 (Annal. des scienc. nat., III. Série, Bd. 14).

5) Vol. XII, Nr. XLV, March, 1898, p. 75—109, Pl. VII—IX.

Digitized by Google

halb von weiterem Interesse ist, so mag auf ihn an dieser Stelle die Aufmerksamkeit nicht nur der Botaniker sondern auch der Zoologen gelenkt sein. Doch will ich mich hier auf eine kurze Wiedergabe der Hauptresultate beschränken, während mir die Veröffentlichung eigener Untersuchungen über dasselbe Thema, die ich bei Helgoland gemacht habe, Gelegenheit geben wird, auf Einzelheiten näher einzugehen[1]).

Cutleria multifida, die Geschlechtspflanze, ist, wie hier zur Orientierung bemerkt sein mag, eine aufrecht wachsende, bandförmige, dichotom gespaltene und oben in Zellreihen aufgelöste Alge, die eine Höhe von 1—4 dm erreicht und deren Geschlechtsorgane, an fadenförmigen Büscheln angeheftet, über den ganzen Thallus verteilt sind, die Oogonien als meist 16fächerige Sporangien, in jedem Fach mit einer großen 2ciligen Oospore, die Antheridien als klein-gefächerte Sporangien, in jedem Fach mit einem kleinen, ebenfalls 2ciligen Spermatozoid. *Aglaozonia reptans*, die dazu gehörige ungeschlechtliche Pflanze, bildet dagegen horizontal kriechende, flache, gelappte Scheiben, deren Zoosporen meist zu 6—10 in schlauchförmigen unilokulären Sporangien entstehen, die zu fleckenförmigen Sori vereinigt sind.

Cutleria und *Aglaozonia* wachsen bei Plymouth 2—3 Faden unter der Niedrigwassermarke, aber während *Cutleria* hier eine rasch sich entwickelnde Sommerpflanze ist, die ihr Maximum im Juli und Anfang August erreicht, im September rasch zurückgeht und im Oktober ganz verschwunden ist, stellt *Aglaozonia* eine langsam wachsende perennierende Winterform dar, die sich am reichlichsten im Oktober und November findet und im März und April Fortpflanzungsorgane trägt. Nun ergiebt ein Vergleich zwischen Plymouth und Neapel, dass dieselben Pflanzen, die dort im flachen Wasser während des Sommers gedeihen, in der Regel auch bei Neapel meist im flachen Wasser wachsen, ihre Vegetationszeit dann aber in den Winter verlegen, seltener unter Beibehaltung der Jahreszeiten sich in größere Tiefen zurückziehen. *Cutleria* folgt der allgemeinen Regel, ihrem Gedeihen wird also bei Plymouth durch das Fallen der Temperatur, bei Neapel, wo sie sich hauptsächlich von Dezember bis April findet, durch das Steigen derselben ein Ziel gesetzt, während *Aglaozonia* auch in Neapel ausdauert. „It is clear, therefore, that the vital capacities of the sexual plant towards temperature are much more limited than those of the asexual *Aglaozonia*, which is perennial, not only in the warmer waters of the Mediterranean summer, but in the cold waters of the North Atlantic and North Sea winter."

Aus der kurzen Uebersicht über die Verbreitung der *Cutleriaceen*, die Verfasser im Anschluss hieran giebt, geht hervor, dass dieselben den wärmeren Meeren angehören und dass nur *Cutleria multifida* bis Norwegen heraufgeht, in der Ostsee aber fehlt.

Thuret hatte 1850 bei St. Vaastla-Hogue, wo die männlichen Exemplare ebenso wie an der englischen Küste sehr selten sind, die Keimung der Oosphären stets direkt, also ohne vorhergehende Befruchtung vor sich gehen sehen, eine Beobachtung, die 5 Jahre später von den Brüdern Crouan bestätigt wurde. Reinke dagegen konstatierte (1875—76)

1) P. Kuckuck, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen, Abh. 9 (Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Bd. III).

Digitized by Google

für Neapel, wo das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Exemplaren 3 : 2 ist, nicht nur die Befruchtung der Eier durch die Spermatozoiden, sondern stellte auch fest, dass isolierte Eier sich nicht weiter entwickelten. Diese Resultate wurden von Falkenberg (1878) durchaus bestätigt und ähnlich von Janczewski (Antibes, 1883) für *Cutleria adspersa* nachgewiesen.

Für die *Cutleria*-Kulturen, die Church von Anfang August bis Anfang Oktober in Plymouth unterhielt und die er dann in Oxford fortsetzte, wurde stets filtriertes Wasser verwandt, es war daher wenigstens bei den Eiern, die erst nach längerer Zeit von den vorher sorgfältig abgespülten weiblichen Exemplaren ausgestoßen wurden, eine Befruchtung ausgeschlossen. Das Ergebnis entsprach den Beobachtungen Thuret's an der gegenüberliegenden Seite des Kanals; die parthenogenetische Keimung der *Cutleria*-Eier erfolgte rasch und normal, wenn auch das Wachstum nicht so lebhaft war wie bei den Versuchen von Falkenberg, wobei wohl die Temperatur eine Rolle spielen mag. Dieser Gegensatz zwischen konstanter parthenogenetischer Keimung im Kanal am Ende des Sommers und konstanter Befruchtung bei Neapel im ersten Frühling bringt Church in Zusammenhang mit der Verschiedenheit der äußeren Lebensbedingungen an diesen beiden Lokalitäten und sie veranlasst ihn zu der Vermutung, „that the parthenogenesis of the Channel plants may be due to the fall of the temperature of the sea at the end of the northern summer, which, by diminishing the sexuality of the oospheres, causes the plant to become an asexual form by degeneracy, although morphologically retaining the distinction of sex".

Während nun aber die Thuret'schen Keimpflanzen (Etudes phycologiques Pl. X Fig. 9) in ihrem Wachstum sich ganz wie ein Adventivzweig verhalten, wurde in den Kulturen von Plymouth erst ein kurzes fadenförmiges, vorwiegend interkalar wachsendes Stadium gebildet, aus dem durch hinzutretende Längsteilungen eine meist keulenförmige, radiär gebaute und am unteren Ende befestigte Gewebemasse entsteht. Unter allmählicher Sistierung ihres Wachstums begannen an einer oder an mehreren Stellen, von einer Oberflächenzelle ausgehend, Neubildungen, die zu marginalwachsenden, lappenförmigen Auswüchsen, jungen *Aglaozonia*-Scheiben, führten. Dieses Stadium, das ganz mit den von Falkenberg in Neapel, aber im Frühling und aus befruchteten Eiern gezüchteten Keimpflänzchen übereinstimmt, nennt Church, indem er F.'s Bezeichnung „Fuß" für den aufrechten, radial gebauten Teil des Keimlings annimmt, „Fußembryo".

Von der im Kanal im ersten Frühling (im Mittelmeer im Spätherbst) fruktifizierenden *Aglaozonia* wurden Ende März 1897 Zoosporen in Glasschälchen aufgefangen und keimten hier, wie es schon die Brüder Crouan beschrieben haben, sofort und ziemlich schnell, sodass in wenigen Tagen Fäden von 3—6 Zellen gebildet wurden, entsprechend den *Cutleria*-Keimlingen, die unter annähernd gleicher Temperatur gewachsen waren. Während diese monosiphonen Fäden hauptsächlich durch interkalare Teilungen heranwuchsen, entwickelt sich in der zweiten oder dritten Woche die Basalregion zu einem, dem Fuß des *Cutleria*-Keimlings homologen vielzelligen Gewebekörper, aber obgleich es sogar zur Bildung einer kleinen unregelmässigen Haftscheibe kam, war die Hauptwachstumsenergie auf den

Digitized by Google

fadenförmigen Teil, der Zweige und Rhizinen aussandte, beschränkt und es unterblieb die Ausbildung von dorsiventralen Lappen an der unteren Partie. Anfang Mai wurde eine Kultur von diesen jungen Pflanzen, denen nur die eigentümliche Fusion der Aeste unterhalb ihrer Wachstumszone bei der typischen *Cutleria* fehlt, nach Oxford überführt; doch fand eine Weiterentwicklung zur Bildung des erwachsenen *Cutleria*-Thallus nicht statt, wenn auch die *Ectocarpus*-ähnlichen Büschel an Größe zunahmen und sich mit ihren Hauptästen zuweilen tauartig umeinander wanden. Im Juli, kurz bevor die Kulturen zu Grunde gingen, trat bei diesen Pflanzen, die Church als „Protonematoidembryonen" bezeichnet und die der *Cutleria multifida* var. *confervoides* von Kuckuck entsprechen, eine lebhafte Produktion von Antheridien ein.

Sehr bemerkenswert sind diese Kulturen von Oxford auch dadurch, dass hier bei zahlreichen jungen Pflanzen aus dem unteren haftscheibenartigen Teil zuweilen sehr kräftig entwickelte *Aglaozonia*-Lappen hervorgesprosst waren, die, wie schon hervorgehoben wurde, bei den viel eher zu Grunde gehenden Plymouth-Kulturen niemals auftreten.

In dem „Seasonal Dimorphism" betitelten Kapitel resumiert der Verfasser die Ergebnisse dieses ganzen Abschnittes etwa dahin, dass 1. *Cutleria*-Eier, mochten sie nun befruchtet sein oder parthanogenetisch keimen, einen Fußembryo entwickelten, aus dem schließlich ein *Aglaozonia*-Thallus entstand, dass 2. *Aglaozonia*-Zoosporen eine erkennbare *Cutleria*-Form, den Protonematoidembryo produzierten, aber auch echte *Aglaozonia*-Scheiben, und dass 3. *Cutleria*-Eier, die von Thuret unter nicht näher bekannten Umständen parthenogenetisch zum Keimen gebracht wurden, einen echten Protonematoidembryo ergaben, der sich unzweifelhaft zu einer *Cutleria* entwickelt hätte. — Für die unter 4—6 gegebenen Zusammenfassungen, die auch *Cutleria adspersa* und *Zanardinia collaris* heranziehen, mag auf das Original verweisen und von den übrigen theoretischen Erörterungen dieses Abschnitts nur noch hervorgehoben sein, dass das verschiedene Verhalten der *Aglaozonia*-Keimlinge, die unzweifelhaft auf dem Wege zu einer echten *Cutleria* sind, von den *Cutleria*-Keimlingen, die durch Sistierung des Fußwachstums in ihrer Entwicklung gleichsam abirren, nicht auf äußere Einflüsse zurückzuführen sein dürfte, da dieselben in den April- und Septemberkulturen ungefähr gleich sind, sondern dass hier erbliche Eigenschaften eine Rolle spielen müssen, die es freilich noch zu keiner Konstanz im Wechsel der beiden Generationen gebracht haben. Dies alles zeigt, „that the polymorphy of *Cutleria* presents little in common with the antithetic alternation of primitive gametophyte and nursed sporophyte of the Archegoniatae; and still less with the case of *Coleochaete* and the Florideae ...."

Im Anschluss an diese Ergebnisse behandelt Church die Beziehungen von *Cutleria* und *Aglaozonia* zu den physikalischen Verhältnissen der äußeren Umgebung, unter denen die Temperatur einen der am leichtesten zu messenden Faktoren bildet. Während die Größe ihrer jährlichen Schwankungen bei Neapel 20° C beträgt, stellt sich dieser Wert für Plymouth nur auf 12°, fur die Ostküste von Schottland sogar nur auf 6°; das Maximum fällt immer auf Ende August, das Minimum auf den Februar, mit dem aufsteigenden Aste der Temperaturkurve ist also zugleich ein

Digitized by Google

Wachsen der Lichtintensität, mit dem absteigenden Aste eine Abnahme derselben verbunden. Aber während die Zunahme von Licht und Wärme an der englischen Küste eine üppige Entwicklung der Sommervegetation zur Folge hat, wird sie bei Neapel der Vegetation, die hier im Allgemeinen ihr Optimum in der kälteren Jahreszeit findet, hinderlich. Die Frage, welcher von diesen beiden stets zusammenauftretenden Faktoren, Lichtintensität und Temperatur, die wichtigere Rolle spielt, ist schwer zu entscheiden, obschon Berthold[1]) zu dem Schluss kommt, dass „die Abstufungen in der Intensität der Wasserbewegung und der Beleuchtung für den Golf von Neapel als die wesentlichsten, die Verteilung der Algen bedingenden Faktoren angesehen werden müssen". Aus der Zusammenstellung, die Church unter Beifügung einer Tabelle (monatliche Oberflächentemperaturen einer Reihe von Lokalitäten der Nordsee, der Ostsee [Kiel] und des Mittelmeeres [Neapel, Adria] giebt, heben wir nun Folgendes hervor: die ausdauernde *Aglaozonia* vegetiert bei Plymouth bei einer Temperatur, die sich während eines Jahres zwischen 6° und 18° C. bewegt, und ihr Optimum liegt bei 10—12°; der von einer starken Lichtabnahme begleitete Temperaturfall leitet eine Periode lebhafteren Wachstums im Herbst ein und wenn letzteres auch im November und Dezember nur gering ist, so keimen die Zoosporen doch im Frühling bei 12°. *Cutleria* dagegen hat ein Temperaturoptimum von 12—16°, und ihre Entwicklung ist im Mai und Juni von großer Lichtitensität begleitet und im Herbst verschwindet die Pflanze. Bei Neapel hat *Aglaozonia* Temperaturveränderungen von 8—27° durchzumachen, *Cutleria* dagegen beginnt sich schon im Dezember zu entwickeln und verschwindet im April, ihr Optimum scheint daher bei einer ähnlichen Temperatur zu liegen wie im Kanal. — In der Nordsee, wo die Wassertemperatur im Februar schon ziemlich tief sinkt und ein rasches Steigen derselben erst nach einem späten und kalten Frühling eintritt, scheint die Dauer der warmen Periode für *Cutleria* nicht mehr auszureichen, da sie z. B. bei Berwick, wo *Aglaozonia* gemein ist, fehlt und bei Helgoland sehr selten ist. Bei den Orkney- und Shetland-Inseln treten dagegen die Geschlechtspflanzen, wenn sie auch klein bleiben, wieder häufiger auf, was Church auf eine Einwirkung des Golfstromes schiebt, der bei den Orkney-Inseln eine Februartemperatur von 6° bedingt. In die westliche Ostsee, die ein sehr niedriges Wintermittel hat, dringt weder *Aglaozonia* noch *Cutleria* ein, während an der norwegischen Küste die erstere noch bis Nordland geht, die letztere bei Christiania noch günstige Verhältnisse findet, weiter hinauf aber, wo die kritischen Temperaturen häufiger erreicht werden, immer spärlicher auftritt. — Mögen hier die Temperaturen auch mehr als der allein seinen Maaßen nach genauer bekannte Ausdruck von klimatischen Verhältnissen angesehen werden und mag man auch einwenden, dass Schlüsse hieraus schon deshalb nicht zwingend seien, weil z. B. die Vegetationszeit von *Cutleria* bei Neapel sich auch nicht wegen der zu hohen Temperatur sondern wegen der zu großen Lichtintensität in die kühlere Jahreszeit verschieben könnte, dass ferner für das Fehlen von *Aglaozonia* und *Cutleria* in der west-

1) Berthold, Ueber die Verteilung der Algen im Golf von Neapel u. s. w. p. 422 (Mitteilg. a. d. zoolog. Station zu Neapel, 1882).

Digitized by Google

lichen Ostsee der geringe Salzgehalt viel mehr als die Temperatur verantwortlich gemacht werden müsste, so sind doch z. B. das Auftreten von *Cutleria* bei den Orkney-Inseln und bei Christiania und die Verschiedenheiten in der Verbreitung von *Aglaozonia* auffallend genug und geeignet, die Ansicht, dass die Temperatur mehr als die Lichtintensität wenigstens für die Verbreitung von *Cutleria* den Ausschlag giebt, zu stützen.

Wie dem auch sein mag, so viel ist sicher, dass ungünstige klimatische Verhältnisse in unserem Falle nicht nur zu einer parthenogenetischen Fortpflanzung führen, die Hand in Hand geht mit einem Zurücktreten der männlichen Individuen, sondern dass sie weiterhin auch die Entwicklung der weiblichen Pflanzen hemmen können, sodass bei extremen Verhältnissen schließlich die ungeschlechtliche Generation allein übrig bleibt. Deshalb, meint Church, können auch z. B. bei den Tilopterideen rein morphologische Betrachtungen ein besserer Führer zur theoretischen Feststellung des Grades sein, bis zu dem die geschlechtliche Differenzierung gelangt ist, als die physiologische Beobachtung des Geschlechtsaktes, und da es schwer sei, die wirklichen Verhältnisse beim Experiment herzustellen, so seien auch die Beobachtungen über den ungeschlechtlichen Charakter der plurilokulären Phäosporeensporangien nicht zwingend. Dass Beobachtungen zu verschiedenen Jahreszeiten und an verschiedenen Küstenstrichen für dieselbe Pflanze nötig sind, muss jedenfalls ganz unterschrieben werden.

Für die Erörterungen, die der Verfasser im Schlusskapitel seiner wertvollen Abhandlung über die Phylogenie von *Cutleria* giebt, genüge ein Hinweis auf das Original. [21]

Paul Kuckuck.

Ueber einige biologische Unterschiede zwischen Teichen und Seen.

Von **Otto Zacharias** (Plön).

Der Sprachgebrauch hat von jeher einen Unterschied zwischen Seen und Teichen gemacht, aber in der Praxis ist es erfahrungsgemäß oft recht schwierig, einen Entscheid darüber zu treffen, ob ein bestimmtes Gewässer bereits zu den Seen (Lacus, lac, lake) oder immer noch zu den Teichen (stagnum, étang, pond) gehört. Im Allgemeinen freilich versteht man unter einem See ein Wasserbecken von bedeutender Tiefe. Prof. F. A. Forel, dessen autoritative Ansicht wir in erster Linie zu beachten haben, giebt folgende Definition von dem, was er als „lac“ bezeichnet wissen will, indem er sagt: „Un lac proprement dit est un lac profond ou de grande profondeur“. Im Gegensatz dazu ist ihm ein Teich „un lac de faible profondeur“ [1]). Der hydrographische Unterschied zwischen einem See und einem Teiche wird hiernach also lediglich durch die Tiefenverhältnisse gegeben, während die Flächengröße dabei zunächst außer Betracht bleibt.

1) Forel, Le Léman, Vol. I u. II

Digitized by Google

Aber welche Mindesttiefe ist es nun, die ein Gewässer besitzen muss, um den Namen eines Sees zu verdienen? Es kehrt hier augenscheinlich dieselbe Schwierigkeit wieder, welche durch die obige Definition beseitigt werden sollte. Der namhafte Genfer Botaniker R. Chodat[1]) macht nun dieser Sachlage gegenüber den Vorschlag, eine Wasseransammlung größeren Umfangs erst dann als „See" zu charakterisieren, wenn ihre durchschnittliche Tiefe wenigstens derjenigen gleichkommt, bis zu welcher die phanerogamischen Gewächse nebst den Moosen und Characeen vom Ufer her vorzudringen pflegen. Chodat bestimmt diese Minimaltiefe zu 20 bis 30 Metern. Seichtere Gewässer, d. h. solche von 15 m Tiefe und darunter gehören nach ihm schon zur Kategorie der Teiche, während alle die Becken, welche 15 bis 20 oder 30 m tief sind, als Mitteldinge zwischen Seen und Teichen betrachtet werden sollen. Für diese bringt er den Namen „Seenteiche" (lacs-étangs) in Vorschlag und zählt zu ihnen auch sämtliche holsteinische Wasserbecken mit Ausnahme des Behler-, Diek- und Großen Plöner Sees. Letzterer hat bekanntlich eine Maximaltiefe von 65 Metern bei einem Areal von reichlich 3000 Hektaren.

Diesen von Chodat aufgestellten Gewässer-Kategorien entsprechen nun ganz bestimmte biologische Eigentümlichkeiten, welche namentlich in der Zusammensetzung des Planktons bei den verschiedenartigen Becken zum Ausdruck kommen. Im Allgemeinen besteht ein markanter Unterschied zwischen Seen und Teichen darin, dass gewisse dem Schwebleben angepasste Organismen in ersteren weit massenhafter auftreten als in letzteren, und dass einige von den im Teichplankton ganz besonders häufig anzutreffenden Tier- und Pflanzenarten den Seen gänzlich zu fehlen scheinen oder doch nur ausnahmsweise in denselben gefunden werden.

Das Plankton der Seen ist überhaupt viel weniger mannigfaltig als das der flachen Wasseransammlungen und man kann deshalb viel leichter eine negative Charakteristik vom Limnoplankton geben, als eine positive. Auf Grund von sehr ausgedehnten Forschungen, die ich während der letztverflossenen beiden Jahre in den verschiedensten Gegenden Deutschlands an mehr als hundert Seen und Teichen vorgenommen habe, lässt sich unbedenklich die These aufstellen, dass in der Schwebflora flacher Gewässer ganz andere Algenspecies dominieren, als in derjenigen von tiefen Becken. So z. B. spielen die Protococcaceen und Palmellaceen in den Teichen eine ganz andere Rolle als in den Seen, wo sie wohl gelegentlich auch angetroffen werden, aber niemals in solcher Menge, dass sie als wirkliche Planktonkomponenten zu qualifizieren wären. Ein Gleiches gilt von gewissen Desmidieen (z. B. *Closterium cornu*, *Clost. pseudospirotaenium* u. s. w.),

1) Études de Biologie lacustre, 1898, S. 51.

Digitized by Google

die in manchen Fisch- und Zierteichen so massenhaft auftreten, dass sie deren Wasser grünlich färben. Auch gewisse Schizophyceen (*Anabaena*, *Aphanizomenon* und *Polycystis*) kommen in Teichgewässern zu einer viel üppigeren Entwicklung als in Seen[1]). Indirekt wird meine Wahrnehmung bezüglich der Desmidieen auch von Chodat bestätigt, insofern derselbe in seiner neuesten Publikation sagt: „Einer der hervorstechendsten Charakterzüge der pelagischen Flora unserer Seen ist die Abwesenheit der Desmidieen, welche zu den sonst so verbreiteten Gattungen *Cosmarium*, *Euastrum*, *Staurastrum* etc. gehören"[2]). Nach meinen diesjährigen Erfahrungen möchte ich noch hinzufügen, dass manche Algen, wie z. B. *Golenkinia radiata*, *Dictyosphaerium pulchellum* und auch *Scenedesmus quadricauda* dem Plankton einzelner Teiche durch ihre außerordentliche Vermehrung zu Zeiten ein Aussehen verleihen können, wodurch sich dasselbe sofort (unterm Mikroskop) von jedem Seenplankton unterscheiden lässt, weil ein derartiges Hervortreten gerade dieser Algenformen in großen und tiefen Gewässern niemals zu bemerken ist.

Eine fernere Eigentümlichkeit der Teiche ist das Zurücktreten der Bacillariaceen in ihrer Mikroflora. Es gilt dies von den schwebfähigen Formen der genannten Algengruppe sowohl wie von den grundbewohnenden. Man hat diese Erscheinung, welche auch schon von anderen Planktologen registriert worden ist, auf ein gewisses Kältebedürfnis der Bacillariaceen zurückführen wollen[3]). Dazu stimmen aber zwei von mir beobachtete Thatsachen nicht gut. Erstens, dass die notorischen Planktondiatomeen *Fragilaria crotonensis* und *Asterionella* gerade während der wärmsten Sommermonate (Juli und August) in den oberen Wasserschichten der holsteinischen Seen am zahlreichsten vorhanden sind, und zweitens, dass *Asterionella* sich auch in kleineren Wasserbecken alsbald stark vermehrt, wenn der sonst vorhandene Algenbestand aus irgendwelchen Ursachen sich etwas gelichtet hat. Ich schließe aus diesen beiden Daten, dass die in flachen Gewässern lebenden Bacillariaceen von den dort reichlich vorhandenen Chlorophyceen mit Erfolg verdrängt, resp. in ihrer Fortpflanzung gehemmt werden, weil letztere höchst wahrscheinlich die im Wasser gelösten Nahrungsstoffe schneller assimilieren, als erstere. Dass die Bacillariaceen bis zu einem gewissen Grade saprophytisch lebende Wesen sind, weiß man durch die Kulturversuche des Franzosen Miquel und des

---

1) Cf. Otto Zacharias, Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. Forschungsber. aus der Biol. Station zu Plön, VI. Teil, II. Abteilg., S. 89 bis S. 137.

2) Études de Biologie *lacustre*, 1898, S. 300.

3) Cf. Br. Schröder, Planktologische Mitteilungen. Biol. Centralblatt, Nr. 14, Bd. XVIII, 1898.

Digitized by Google

Engländers Houghton Gill. Außerdem hat Bokorny[1]) neuerdings gezeigt, dass die Kieselalgen selbst in Nährlösungen, welche Fäulnisprodukte, wie Essigsäure, Buttersäure und Harnstoff enthielten, vortrefflich gediehen und Reservestoffe bildeten. In der Assimilation von organischen Substanzen sind erfahrungsgemäß die grünen Algen auch den Bakterien überlegen, wie durch speziell darauf gerichtete Untersuchungen von E. Lemmermann[2]) und Dr. O. Strohmeyer[3]) mit Sicherheit festgestellt worden ist. Um so größere Wahrscheinlichkeit gewinnt nach alledem meine Vermutung für sich, dass es nicht die in den Teichen herrschende relativ hohe Temperatur ist, welche einer größeren Entfaltung der Bacillariaceen entgegenwirkt, sondern viel mehr die Anwesenheit zahlreicher Chlorophyceen und deren heftige Konkurrenz um die zur Verfügung stehende Nahrung.

Umgekehrt würde sich dann die viel reichere Vegetation der planktonischen sowohl als auch der grundbewohnenden Bacillariaceen in den Seebecken aus dem Umstande erklären lassen, dass dort Protococcaceen, Palmellaceen und Desmidieen fast gänzlich fehlen oder doch nur ganz sporadisch vorkommen.

Neuerdings ist mir auch eine Cyanophycee (*Anabaena macrospora* Kleb., var. *crassa*) bekannt geworden, die nur in flachen Gewässern so zahlreich vorkommt, dass sie eine Wasserblüte bildet, wogegen sie in den Seen nur immer vereinzelt aufzutreten scheint. Eine Abbildung dieser Alge hat H. Klebahn[4]) geliefert; ich fand sie im Rosenthalteiche zu Leipzig zusammen mit *Polycystis aeruginosa, Golenkinia radiata* und *Scenedesmus quadricauda.* Außerdem noch in dem seichten Wallgraben, welcher das Schloss Zschorna bei Radeburg (K. Sachsen) umgiebt. Hier kam sie ebenfalls massenhaft in Gesellschaft von *Anabaena spiroides* Kleb., *Aslerionella gracillima* und einer dünnfädigen *Melosira* vor.

In einem der größeren Teiche des Zoologischen Gartens zu Hamburg fischte ich im Juni ein pflanzliches Plankton, welches fast nur aus *Scenedesmus*-Arten (*Sc. quadricauda, dimorphus, obliquus, acutus, obtusus*) und aus *Closterium cornu* bestand. Innerhalb eines Sees würde eine derartige Zusammensetzung zu den Unmöglichkeiten gehören.

Ich habe seinerzeit[5]) solche Organismen, welche für die flachen Teiche charakteristisch sind, als heleophil bezeichnet und deshalb

1) Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. Biol. Centralbl., XVII, Nr. 1, 1897.

2) E. Lemmermann, Resultate einer biolog. Untersuchung von Forellenteichen. Forschungsber. aus der biol. Station zu Plön, I. Teil, 1897.

3) Dr. O. Strohmeyer, Die Algenflora des Hamburger Wasserwerkes, 1897, S. 35 u. ff.

4) Flora oder allgem. bot. Zeitung, Heft I, 1895, Taf. IV, Fig. 19 u. 20.

5) Cf. Zoolog. Anzeiger, Nr. 549, 1898.

Digitized by Google

auch von einem Heleoplankton gegenüber dem Limnoplankton gesprochen. Diese Bezeichnungen sind abgeleitet von τό ἕλος = feuchte Niederung, Sumpf, Teich.

Die Anwesenheit von *Scenedesmus* in einem Gewässer zeugt stets für dessen teichartige, also flache, resp. sumpfige Beschaffenheit, was auch Prof. Chodat bei seinen Forschungen bestätigt gefunden hat[1]). Ebenso spricht das Vorkommen zahlreicher Coenobien von *Pediastrum* und das häufigere Auftreten der Zellbündel von *Rhaphidium polymorphum* unzweifelhaft für den Teichcharakter einer Wasseransammlung, wenn dieselbe auch landschaftlich den Anblick eines Sees gewähren sollte.

Es giebt nun aber auch flachere Gewässer, welche neben den oben erwähnten heleophilen Pflanzenspecies auch sehr viele Bacillariaceen in ihrem Plankton enthalten, und namentlich gerade die allbekannten Seenformen *Asterionella* und *Fragilaria crotonensis*, sowie die den Schwebleben beinahe noch besser angepassten Species *Synedra delicatissima*, *Rhizosolenia longiseta* und *Atheya Zachariasi*. In solchen Teichen scheint sich zwischen beiden Algengruppen ein biologischer Gleichgewichtszustand herausgebildet zu haben, der vielleicht auf eine besonders günstige Wasserbeschaffenheit, die den Lebensansprüchen aller beteiligten Interessenten Genüge leistet, zurückzuführen ist. Solche Becken könnte man den Seenteichen (lacs-étangs) gegenüber als Teichseen (étangs-lacs) bezeichnen. Gewässer, welche zu dieser letztgenannten Kategorie gehören, sind beispielsweise der unlängst von mir untersuchte Burgsee zu Schwerin und der Kleine Madebröckensee bei Plön. Es sind aber auch in Mitteldeutschland zahlreiche Becken anzutreffen, welche dieser biologischen Klassifikation entsprechen.

Man kann nun schließlich mit Recht noch die Frage aufwerfen, ob es nicht auch tierische Planktonwesen giebt, welche für die flachen Gewässer in demselben Sinne charakteristisch sind, wie gewisse Mitglieder der Schwebflora. Nach meinen Erfahrungen ist dies thatsächlich der Fall, und zwar sind es Rädertiere, Arten der Gattung *Brachionus*, welche nie oder doch nur höchst selten im Plankton der Fisch- und Zierteiche fehlen, während sie in den eigentlichen Seen ebensowenig vorzukommen pflegen, wie die Vertreter des Algengenus *Scenedesmus*. Aus der bloßen Thatsache, dass in einem Gewässer eine oder mehrere *Brachionus*-Species als Komponenten der Schwebfauna auftreten, kann ohne Weiteres auf die geringe Tiefe des bezüglichen Teich- oder Seebeckens geschlossen werden. Ohne Kenntnis von den Tiefenverhältnissen des großen Waterneverstorfer Binnensees (bei Lütjenburg in Holstein) zu haben, konnte ich schon aus einer

1) Études de Biologie lacustre, 1898, S. 160.

Digitized by Google

Planktonprobe von daher, welche neben anderen Rotatorien (*Asplanchna priodonta*, *Synchaeta pectinata*, *Triarthra longiseta*) auch *Brachionus amphiceros* und *Brach. angularis* aufwies, mit Sicherheit diagnostizieren, dass jener See nicht über 5 bis 6 m (im Maximum) tief sein könne. Später erfuhr ich erst, dass seine bedeutendste Tiefe nur 4 m betrage. In je größerer Individuenzahl die Brachioniden im Plankton erscheinen, desto seichter pflegen die betreffenden Wasseransammlungen zu sein. Diese Rotatorien müssen deshalb als ganz charakteristische Tierformen des Heleoplanktons angesehen werden. Ein Gleiches gilt aber auch noch von zwei anderen Rädertieren, nämlich von *Schizocerca diversicornis* und *Pedalion mirum*[1]). Ist ein Teich über 6 oder 8 m tief, so fehlen diese Rädertiergattungen regelmäßig in dessen Plankton, und das bezügliche Gewässer nähert sich auch in seiner Mikroflora mehr dem Seentypus.

Meines Wissens ist bisher noch von keinem Seenforscher auf dies eigentümliche Verhalten der Brachioniden hingewiesen worden und doch kann dasselbe Niemand verborgen bleiben, der gelegentlich auch kleinere Gewässer in Betreff ihres Planktons untersucht hat.

Hinsichtlich der bekannten Dinoflagellatenspecies *Ceratium hirundinella* habe ich gleichfalls eine Beobachtung gemacht, die im Anschluss an die obigen Mitteilungen hier mit zur Erwähnung kommen möge. Ich glaube nämlich bemerkt zu haben, dass die breitpanzerige und mit drei vollständig ausgebildeten Hinterhörnern versehene Form (var. *macroceras*) in den seichteren Gewässern allgemeiner verbreitet ist und zahlreicher auftritt, als die schlankere Varietät, welche nur mit zwei Hinterhörnern ausgerüstet ist oder als dritte (zu äußerst links stehende) nur eine rudimentäre Gestalt besitzt. Diese schmale und sehr elegant aussehende Form von *Ceratium* ist in besonders typischer Ausbildung im Ratzeburger See zu finden. Der norwegische Planktolog Dr. Levander hat für dieselbe die Bezeichnung *furcoides* vorgeschlagen, weil sie dem marinen *Ceratium furca* hinsichtlich ihres schlanken Habitus ähnlich ist. Ob sich meine Wahrnehmung in Betreff des Vorkommens von *Ceratium*, *f. macroceras* in der Mehrzahl der Fälle bestätigt, möchte ich den Planktologen vorerst noch zu weiterer Prüfung empfehlen. Man kann sich bei derartigen Verallgemeinerungen leicht täuschen.

Ebenso misslich ist es, bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse nach charakteristischen Planktonspecies zu suchen, durch welche sich diese oder jene Seengruppe von einer andern unterscheiden solle. So glaubte Prof. Chodat, dass die Seen der Alpen und des Jura sich vor denen des Nordens durch den Besitz von *Sphaerocystis Schroe-*

1) In Apstein's Buche über das Süßwasserplankton (S. 164) sind diese beiden Species daher ganz irrtümlich unter den Seenformen aufgeführt worden.

Digitized by Google

teri — einer palmellaceenartigen Volvocinee — in ihrem Plankton auszeichneten, weil er diese Alge in allen von ihm untersuchten schweizerischen Seen vorfand, ohne dass sie jedoch bisher von irgend einem Forscher für die baltischen oder norwegischen Becken registriert worden war. Letzteres kam aber nur daher, dass in jener *Sphaerocystis* eine sehr schwer bestimmbare Form vorlag, die wohl häufig gesehen aber in den Verzeichnissen bei Seite gelassen worden war. Mir selbst war dieselbe schon seit Jahren aus den ostholsteinischen Seen bekannt und in den Journalen der Plöner Station figurierte sie irrtümlicher Weise als eine *Tetraspora*-Species. Prof. C. Schröter (Zürich) hatte sie seinerzeit als eine „unbestimmbare Palmellacee" bezeichnet[1]). Diesen verschiedenen Umständen ist es zuzuschreiben, dass die außerordentlich verbreitete Species (die ich auch in den meisten Fischteichen vorgefunden habe) lange Zeit hindurch unbeachtet, resp. unerwähnt blieb. *Sphaerocystis* eignet sich also hiernach keineswegs zu einer speziellen Charakterisierung der Schweizer Seen gegenüber denen des Nordens, weil sie in letzteren ebenso häufig anzutreffen, wie in jenen.

Ein ähnlicher Fall liegt in Betreff der schönen, sternförmigen Form von *Tabellaria fenestrata*, var. *asterionelloides* vor, die außerordentlich reichlich im Plankton des Züricher Sees auftritt und für dieses ganz charakteristisch zu sein schien[2]). Auch diese Annahme erwies sich als ein Irrtum, denn ich hatte ganz dieselben Sterne inzwischen schon in mehreren holsteinischen Seen (Gr. Plöner See, Edebergsee, Gr. Madebröckensee, Lankersee und Wielener See) konstatiert. Ueberdies fand ich sie auch bei Koblenz im Rhein, und später wies noch Herr Dr. M. Marsson zu Leipzig ihr Vorkommen im Plankton des Mulde-Flusses nach. Nach einer Mitteilung des Breslauer Botanikers B. Schröder soll sie übrigens auch in den Westpreußischen Seen zu finden sein, woraus auf ihre sehr allgemeine Verbreitung zu schließen ist. Die beiden angeführten Beispiele lehren also, dass wir uns mit der Ausfindigmachung von charakteristischen Planktonformen, die ein Seengebiet vor dem andern kennzeichnen sollen, nicht übereilen dürfen. Erst bei weiter fortgesetzten und umfassenderen Forschungen werden wir in die Lage kommen, eine biologische Charakteristik im Sinne der von Prof. Chodat dazu gegebenen dankenswerten Anregung durchführen zu können. [16]

---

1) Cf. C. Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen (Das Phytoplankton), 1896.

2) Cf. R. Chodat, Études de Biologie lacustre, 1898, S. 161.

Digitized by Google

Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schaale in den Vogeleiern.

Von Dr. R. W. Bauer in Leipzig.

(Fortsetzung; vergl. Bd. XVI S. 848.)

4 große Gänseeier aus Liegnitz wogen am 11. März 1899 175 g. 170 g. 160 g. 158 g. Eins davon wurde genauer gewogen.

Frisch war das Gewicht	157,962 g
20 Minuten abgekocht	155,394 „
Abzüglich Dotter	97,560 „
Abzüglich Eiweiß (die Schaale)	20,934 „

Hieraus berechnet sich

Schaale 20,934 g; Eiweiß 76,627 g; Dotter 57,834.

Oder das Gänseei besteht aus

13,6 % Schaale,
49,8 % Eiweiß,
46,6 % Dotter.

Der Unterzeichnete, mit einem umfassenden Werke über

„Vergleichende Anatomie und Physiologie der Sehorgane“

beschäftigt, bittet, ihm gefälligst *Separatabdrücke* von Arbeiten — eventuell im Austausch — zu senden, die irgendwie, sei es anatomisch, embryologisch, zoologisch, pathologisch oder litterarisch die *Sehorgane* der Tiere, das *Auge* des Menschen oder überhaupt *Lichtreaktionen* betreffen oder auch nur vereinzelte Angaben über solche Themen enthalten.

Dr. Theodor Beer,
Privatdozent für vergleichende Physiologie an der Universität Wien.
XVII. Anastasius Grüngasse 62.

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Die diesjährige Jahresversammlung des Vereins wird in den Tagen des **13. bis 16. September** in **Nürnberg** stattfinden. Folgende **Verhandlungsgegenstände** sind in Aussicht genommen:

1. Die hygienische Beurteilung der verschiedenen Arten künstlicher Beleuchtung. — 2. Gesundheitliche Beurteilung des durch Thalsperren gewonnenen Wassers. — 3. Bedeutung und Aufgaben des Schularztes. — 4. Maßregeln gegen die Rauchbelästigung in den Städten. — 5. Das Bedürfnis größerer Sauberkeit im Kleinvertrieb von Nahrungsmitteln.

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut,*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Mai 1899.** **Nr. 10.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (1. Stück). — **Jagodzinski**, Ueber Selbständigkeit und Begriff der Organismengattung (Schluss). — **Kofoid**, Die Süßwasser-Biologie-Stationen in Amerika. — **Plateau**, Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Etude sur le rôle de quelques organes dits vexillaires. — **Pantel**, Le *Thrixion Halidayanum* Rond.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller**.

Calciumoxalat pflegt man als ein Auswurfsprodukt, als ein Exkret aufzufassen. Kraus hat dieses Axiom neuerdings experimentell geprüft[1]), und er ist dabei zu folgenden Resultaten gekommen.

Die Wurzelstöcke von *Rumex obtusifolius* enthalten im Parenchym der Rinde, des Markes und der Markstrahlen Kalkoxalatkrystalle in Form von Drusen „in so völlig gleicher Art ausgebildet und verteilt, dass sie anscheinend auch einerlei Abkunft sind und eventuell dieselbe Bestimmung haben". Vergleichende Untersuchungen ergaben eine Abnahme des Salzes Hand in Hand mit der Entwicklung der Blütenstengel, wie die nachfolgende Tabelle lehrt.

	Trockengewicht	per ccm	Oxalat	per ccm
28. April	10,2 g	0,25 g	0,302 g	0,0074
21. Mai	6,3 „	0,18 „	0,222 „	0,0065
28. April	22,3 „	0,25 „	0,728 „	0,0200
21. Mai	17,4 „	0,18 „	1,512 „	0,0160.

Die Abnahme der Trockensubstanzen und des Kalkoxalates sind also ungleich. Während sie für erstere 28 % per ccm beträgt, bewegt sie sich für letzteres zwischen 12—20 %, d. h. sie ist nicht so bedeutend, dass sie „sicher außer der Fehlerquelle" läge.

1) Kraus, Ueber das Verhalten des Kalkoxalats beim Wachsen der Organe. in: Flora, 83. Jahrgang, 1897.

Digitized by Google

Durch Dunkelkulturen kann der Stoffwechselprozess besonders energisch angeregt werden. Wurde zudem die eine Kultur in kalkfreiem Boden gezogen, dann war die Möglichkeit gegeben, die Frage, ob Kalkoxalat wieder in den Stoffwechselprozess aufgenommen werden könne, auch nach der qualitativen Seiten hin zu beantworten. Es mögen in der nachfolgenden Tabelle einzelne der Versuchsergebnisse zusammengestellt werden.

		Trockengewicht	in ccm lebender Substanz	Oxalat	in ccm
Kalkkultur	18. III.	6,432 g	0,279 g	0,378 g	0,016 g
	15. V.	4,243 „	0,151 „	0,864 „	0,031 „
Kalkkultur	18. III.	4,378 „	0,364 „	0,291 „	0,024 „
	15. V.	2,011 „	0,155 „	0,334 „	0,026 „
Kieskultur	18. III.	6,485 „	0,319 „	0,605 „	0,028 „
(kalkfrei!)	15. V.	4,712 „	0,214 „	0,378 „	0,017 „

Aus der Tabelle ergiebt sich mithin, dass in diesen Dunkelkulturen in allen Fällen die Trockensubstanz abnahm, im Mittel um 45 % des Gehaltes im ccm der lebenden Substanz. In den Kalkkulturen nahm der Gehalt an Calciumoxalat im Mittel um 162 % zu, während unter sonst gleichen Bedingungen in der Kieselkultur, also in kalkfreiem Substrat eine Abnahme von 39 % erfolgte. „Das Oxalat hat unter diesen Verhältnissen offenbar die Aufgabe übernommen, den notwendigen Kalk für die Entwicklung der oberirdischen Teile zu liefern". Kraus hält auf Grund dieser Beobachtung dafür, dass auch im normalen Vegetationsprozess der Pflanze je nach Bedürfnis Calciumoxalat wieder gelöst und in den Stoffwechsel gezogen werde.

Strauch- und Baumrinden enthalten im Allgemeinen viel Calciumoxalat. Es mögen hier zunächst einige Analysen von Kraus zusammengestellt werden, da man in Lehrbüchern selten genaue quantitative Angaben findet.

a. Ganze Rinden.

Apfelstämmchen, fingerdick.	Oktober	3,88 %	der Trockensubstanz
Eschenstämmchen, daumendick.	November	1,06 %	„ „
Rosskastanie, armdicker Ast.	November	4,44 %	„ „
„ $1^1/_2$ Fuss dicker Stamm.	August	10.02 %	„ „
Ulme 35 cm dicker Baum.	August	14,64 %	„ „

b. Starke Rinden in Teile zerlegt.

Rosskastanie,	September.	Außenrinde	10,10 %.	Innenrinde	12,6 %
Eiche,	Herbst.	Aeußere Borke	4,96 %.	Mittlere	7,23 %
		Innere „	8,09 %.	Bast	11,03 %
Linde,	Winter.	Borke	5,6 %.	Mittlere Borke	11,92 %
		Innerer Bast	12,24 %.		

Kraus stellte nun mit Zweigen zur Prüfung des Schicksales vom Kalkoxalat dreierlei Versuche an, nämlich

1. Versuche, in welchen ruhende winterliche Zweige mit im Austreiben begriffenen Frühlingszweigen verglichen wurden (Tabelle I).

2. Eine Reihe von Vergleichen von austreibenden Zweigen in verschiedenen Entwicklungsstadien (Tabelle II).

3. Endlich, ruhende Zweige mit künstlich im Dunkel getriebenen (etiolierten) verglichen" (Tabelle III).

Digitized by Google

Tabelle I.

Ribes Gordonianum 30 g Substanz enthalten:

im Dezember	0,680 g =	2,26 % Oxalat der Trockensubstanz.
April	0,567 g =	1,87 „ „ „ „
Abnahme im Frühling . .	0,113 g =	16,62 „ des ursprünglichen Oxalates.

Ribes Grossularia 15 g Substanz enthalten:

am 1. November	0,275 g =	1,82 % Oxalat der Trockensubstanz.
26. April	0,216 g =	1,44 „ „ „ „
Abnahme im Frühling . .	0,059 g =	21,45 „ des ursprünglichen Oxalates.

Quercus macranthera 22 g Substanz enthalten:

am 27. Februar	0,340 g =	1,55 % Oxalat.
31. Mai	0,194 g =	0,89 „ „
Abnahme im Frühling . .	0,146 g =	42.94 „ des ursprünglichen Oxalates.

Tabelle II.

Pirus malus 24 g.			
17. I.	Winterruhe.	Calciumoxalat	1,426 g
3. IV.	Schwellende Knospen.	„	0,713 g
17. IV.	Kleine Blätter.	„	0,713 g
		Abnahme 50 %	
Prunus cerasus 14 g.			
3. IV.	Schwellende Knospen.	Calciumoxalat	0,677 g
17. IV.	Halbentwickelte Blätter.	„	0,567 g
		Abnahme 16,25 %	
5. V.	Knospen zu ½ dm langen Trieben.	Calciumoxalat	0,454 g
		Abnahme 32,94 %	
Rosa canina 17 g.			
17. I.		Calciumoxalat	0,664 g
3. IV.		„	0,578 g
17. IV.	Halbentwickelte Blätter.	„	0,572 g
5. V.	Neue Triebe 5 cm lang.	„	0,475 g

Gesamtabnahme des Calciumoxalates 28,46 %

Tabelle III.

Pirus communis. 45 cm lange Zweige. Knospen ausgetrieben. 20 g.

	Anfänglich	Nachher
Oxalat	0,637 g	0,432 g

Salix laurina. 70 cm lange Triebe. 30 g Substanz.

	enthalten anfänglich	später
Calciumoxalat	0,340 g	0,307 g

Auch diese Versuche ergeben also, „dass das Rindenoxalat beim Austreiben der Knospen der Regel nach eine Verminderung erleidet", dass es also nicht ein „Auswurfstoff" ist, sondern die Rolle eines Baustoffes spielt, wenn schon hier „nicht von einer Beweglichkeit und Ausnutzung wie sie die organischen Baustoffe (Stärke, Zucker, Inulin etc.) erfahren, die Rede sein" kann.

Digitized by Google

Ein anderes Verhalten scheint dem Oxalat bei den Cacteen zuzukommen. Schon Schleiden wies darauf hin, dass *Cereus senilis* durch einen äußerst hohen Gehalt an oxalsaurem Kalk ausgezeichnet sei. Verf. kann auf Grund erneuter Analysen diese Angaben bestätigen. Aus seinen Angaben möge folgende Tabelle erwähnt werden.

Cereus candicans.

	Volum	Frisch-gew.	Trocken-gew.	Oxalat	%	1 ccm lebende Substanz enth. Oxalat
I.	165 ccm	163,5 g	8,6 g	1,069 g	12,43	0,0064 g
II.	230 „	236,0 „	13,8 „	3,672 „	26,61	0,0159 „
III.	210 „	217,0 „	16,3 „	3,780 „	23,19	0,018 „
IV.	180 „	186,0 „	22,3 „	5,184 „	23,24	0,028 „

I ist der jüngste (Gipfel), IV der älteste Teil über der Wurzel.

Diese Analysen lehren also, dass das Oxalat mit dem Alter zunimmt, namentlich in Bezug auf den gleichen Rauminhalt lebendiger Körpersubstanz. Es scheint also wirklich in diesem Falle der oxalsaure Kalk nicht mehr in den Stoffwechsel einzutreten. „Wenn man getrocknete Scheiben von *Pilocereus* betrachtet und wie einen quarzigen Sandstein glitzern sieht, kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass diese kolossale Anhäufung von Mineralmasse in einem Säulenstamm, der auffallend viel Parenchym und nur wenig und weiches Holz enthält, ein Mittel sei, mechanische Festigung zu erzielen". —

Den Einfluss des Lichtes auf das Wachstum der Pflanzen[1]) untersuchte Stameroff an Phycomyceten, Rhizoiden von *Marchantia*-Brutknospen und Pollenschläuchen. Da die Versuche zum Teil zu Ergebnissen führten, die sich mit unseren gewöhnlichen Vorstellungen vom Lichteinfluss nicht decken, mögen aus den zahlreichen Messungen des Verf. einige typische Beispiele tabellarisch zusammengestellt werden. Betreffend die Untersuchungsmethode verweisen wir auf das Original.

Eine erste Versuchsreihe ist den Hyphen von *Mucor Mucedo* gewidmet. In einer 5proz. Gelatinelösung werden die Hyphen kultiviert. Dieselben zeigen ein geradliniges Wachstum. 49 Stunden nach der Saat, nachdem während einer längerer Zeit Verdunkelung bestand, wurden alle 10 Minuten während 3 Stunden 50 Minuten Beobachtungen angestellt. Während der Versuchszeit stieg die Temperatur von 19° auf 19,6°. (Tabelle A). In der Tabelle B sind die Ergebnisse einer Versuchsreihe zusammengestellt, die von ersterer dadurch sich unterscheidet, dass die Aussaat während einer längeren Zeit der Beleuchtung ausgesetzt war. In beiden Fällen betrug die Lichtintensität ca. 500 Stearinkerzen.

A. Zuwachs		B. Zuwachs	
am Lichte	im Dunkeln	am Lichte	im Dunkeln
6,75 Teile	6,75 Teile	7 Teile	7 Teile
6,75 „	6,75 „	7 „	7 „
6,75 „	6,75 „	7 „	7 „
6,75 „	6,75 „	7 „	7 „

1) Flora. Bd. 83. 1897.

Digitized by Google

6,75 Teile	6,5 Teile	6,75 Teile	— Teile
—	6,5 „	6,75 „	—
—	6,5 „	6,75 „	—
—	6,5 „	6,75 „	—
—	6,5 „	6,75 „	—
—	6,5 „	6,75 „	—
—	6,5 „	6,5 „	6,5 „
—	6 „	6,5 „	6,5 „
—	5,75 „		
5,75 „	5,75 „		
5,75 „	5,75 „		
5,5			

In den Tabellen C und D sind die Ergebnisse analoger Versuche zusammengestellt, bei welchen indessen die Kulturen in einer 3proz. Gelatinelösung gezogen wurden.

C. Zuwachs		D. Zuwachs	
am Lichte	im Dunkeln	am Lichte	im Dunkeln
10 Teile	10 Teile	9,5 Teile	9,5 Teile
10 „	10 „	9,5 „	9,5 „
—	10 „	9,5 „	9,5 „
—	10 „	9,5 „	—
—	10 „	9,5 „	—
—	10 „	9,5 „	—
—	10 „	9,5 „	—
—	10 „	9,5 „	—
—	10 „	9,5 „	—
10 „	10 „	9,5 „	—
10 „	10 „	9,5 „	9,5 „
10 „	10 „	9,5 „	9,5 „

Die Temperatur stieg in beiden Fällen von 18,7° auf 19,1°.

Es geht aus diesen Versuchsreihen, die, wie betont, nur eine kleine Auslese aus den zahlreichen Versuchstabellen des Verf. hervor, dass die vegetativen *Mucor*-Hyphen ebenso rasch im Lichte wie im Dunkeln wachsen.

Um so interessanter sind nun die Resultate, zu denen die Versuche mit jungen fertilen Hyphen führten. Zeigen sie doch, wie wir den Tabellen E u. F entnehmen können, dass das Licht auf das Wachstum der fertilen *Mucor*-Hyphen hemmend wirkt.

Kultur in 5proz. Gelatinelösung. Beobachtung und Messung je nach 20 Minuten. Tabelle E während längerer Zeit Verdunkelung; Tabelle F während längerer Zeit Beleuchtung.

E. Zuwachs		F. Zuwachs	
am Lichte	im Dunkeln	am Lichte	im Dunkeln
11,25 Teile	12,25 Teile		12 Teile
11,25 „	11,75 „	11 Teile	12 „
—	12,75 „	11 „	11,75 „
—	12,5 „	11 „	—
—	12,5 „	10,25 „	—
11,75	12 „	9,5 „	—
11	11,5 „	9,25 „	9,75 „
		—	9,5 „

Digitized by Google

In beiden Versuchsreihen bewegte sich die Temperatur zwischen 21° und 21,4°.

Wie die vegetativen Hyphen von *Mucor* verhalten sich jene von *Saprolegnia*.

Die Rhizoiden von *Marchantia* erfahren am Lichte in einer bestimmten Zeit nur $^2/_3$ des Zuwachses der in gleicher Zeit im Dunkeln beobachtet wird.

Um den Einfluss des Lichtes auf das Wachstum der Pollenschläuche zu prüfen, bestimmte Verf. zunächst den Einfluss der Nährlösung auf das Wachstum. Es ergiebt sich dabei ein Wechsel je nach der Pflanzenart. So ist für *Colutea* das Optimum 10% Zucker, das Minimum 5%, das Maximum 35% in einer 2proz. Gelatinelösung, während für *Robinia* das Optimum 2%, das Minimnm 10% und das Maximum 40% in einer 2proz. Gelatinelösung ist. Ferner konstatierte Verf., dass das Wachstum kein gleichmäßiges ist, dass es vielmehr „zu Anfang ein langsames ist, allmählich zunimmt, ein gewisses Maximum erreicht und wieder allmählich bis zum völligen Aufhören abnimmt". Diese sehr charakteristische Erscheinung der großen Wachstumsperiode kommt z. B. in folgender Zusammenstellung zum Ausdruck.

Beobachtung nach je 30 Minuten.

Colutea.

Zuwachs: 3; 3,5; 4; 5; 6,5; 8,25; 10,5; *12*; *12,5*; *12,5*; *12,5*; *13*; *12,5*; *12*; *12,5*; 11,75; 10,75; 8,75; 8; 6,75; 5; 3,75; 3,5; 3.

Die Versuche über den Lichteinfluss beschränkten sich nun je auf die Phase des gleichmäßigen Wachstums.

Zuwachs			
am Licht	im Dunkeln	am Licht	im Dunkeln
Verdunkelung nach je 30 Minuten		Verdunkelung nach je 40 Minuten	
11,75	12	14,5	15
12	11,75	15	14,5
11,75	12	14	14
		14,25	10

Es verhalten sich also die Pollenschläuche der Versuchspflanzen dem Lichte gegenüber ebenfalls indifferent. —

Die bereits umfangreiche Hydathodenlitteratur hat durch eine Arbeit von Kooders, die die Blütenknospenhydathoden einiger tropischer Pflanzen zum Gegenstande hat[1]) eine wertvolle Bereicherung erfahren.

Der Ausdruck Hydathoden, Wasserwege, wurde durch Haberlandt in die botanische Litteratur eingeführt. Er ist der Gesamtausdruck für alle Apparate und Stellen der Wasserausscheidung an den verschiedenen Pflanzenorganen. In den Blüten kommen sie jenen Pflanzen zu, die „Wasserkelche" besitzen, Arten aus den Familien der Bigoniaceen, Sclenaceen, Verbenaceen, Scrofulariaceen und Zingiberaceen und zwar hat Treub als erster auf ihr Vorhandensein bei *Spathodea campanulata* hingewiesen. Bei *Parmentiera cerifera* beobachtet man, dass die ganze Innenwand des Kelches vom Grunde der Röhre bis zur Spitze dicht mit

1) In: Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XIV, 1897.

Digitized by Google

vielzelligen, plasmareichen Köpfchenhaaren bedeckt ist. Dies sind die Hydathoden. Im ausgebildeten Zustande sind sie ca. 60 μ lang. Jene, die sich an der Außenseite der Krone befinden, haben eine Länge von 115 μ. Beide bestehen aus einem fast immer einzelligen Stiel und einer großen Zahl von Zellen, die zu einem kissenartigen Gebilde, dem Köpfchen, angeordnet sind. Sie sind nach dem gleichen Typus gebaut, den auch die an der Außenseite der Blüte vorkommenden extranuptialen Nektarien zeigen, die Lockmittel für die Ameisen darstellen. Diese sind hauptsächlich durch die Länge des Stieles charakterisiert, wie denn auch die Hydathoden der Krone ihre größere Länge dem größeren Stiele verdanken. Die Köpfchenzellen der Hydathoden sind reich an Cytoplasma; in ihm sind Vakuolen und ein relativ großer Zellkern. Von den nach analogem Typus gebauten Schuppen der Außenseite des Kelches sind sie gerade durch diese letzteren Merkmale verschieden. Merkwürdig ist die Cuticularisierung der Hydathoden. Setzt man sie der Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure stundenlang aus, dann behalten sie ihre Form bei. Bei starker Vergrößerung erkennt man deutlich, dass die Außenwand der Stielzelle und der Köpfchenzellen vollständig erhalten blieb, während die Innenwände völlig zerstört sind.

Die Kelch- und zum Teil auch die Kronenhydathoden haben im allgemeinen eine köpfchenförmige Gestalt. [27a]

(2. Stück folgt.)

Ueber Selbständigkeit und Begriff der Organismengattung.

Von **Wladyslaw Jagodzinski.**

(Schluss.)

VIII. Species und Gattung.

Die Arten sind allotrope Modifikationen gleich beeigenschafteter, d. h. unter absolut gleichen Bedingungen gleiche Merkmale aufweisender Organismen. Alle gleichbeeigenschafteten Organismen kann man zusammenfassen unter dem Namen der natürlichen oder elementaren Gattung.

Unter absolut gleichen Bedingungen befinden sich zwei oder mehr Individuen dann, wenn alle Einwirkungen, die überhaupt fähig sind, sie irgendwie zu verändern, sowohl auf eine hinreichende Zahl von Generationen ihrer Vorfahren als auch auf sie selbst in gleicher Kombination, Reihenfolge, Intensität und Dauer stattgefunden haben.

Der Begriff „allotrop“ setzt erstens voraus die Konstanz der Eigenschaften, mithin eine strenge Gesetzmäßigkeit in der Veränderung des Organismus[2]). Die zweite Voraussetzung ist die, dass nur ganz be-

1) Vergl. hierzu auch H., Seite XCVI ff.

2) Die Allotropie wird teilweise auch dadurch bedingt, dass in der freien Natur eine gewisse Gleichmäßigkeit in dem räumlichen oder zeitlichen Wechsel der physikalischen Bedingungen herrscht. Es war z. B. Herrn Ingenieur Ruhmer gelungen aus Puppen der im Juni lebenden Raupengeneration von *Araschnia*, indem er sie verschieden lange Zeit einer gleichmäßigen Kälte aussetzte, nicht

Digitized by Google

stimmte Bedingungen auf den Organismus verändernd einwirken, was insbesondere durch physiologische Erfahrungen bestätigt wird[1]).

Dass die Individuen einer Gattung sich gesetzmäßig, d. h. unter gleichen Bedingungen sich in gleicher Weise verändern, geht auch aus Beobachtungen in der freien Natur hervor. Ueberall da, wo die Natur einer Gattung gleichförmige Existenzbedingungen bietet, tritt nämlich dieselbe in nur einer Art auf. Dies beweist vor allem die Flora und Fauna abgeschlossener Inselgruppen. Ueber die Vegetation der Sandwich-Inseln sagt Hillebrandt: „Es ist selten, dass dieselbe Species, auf verschiedenen Inseln angetroffen, nicht in dem einen oder anderen Teile Abweichungen darböte, vorzugsweise in Form, Konsistenz und Behaarung der Blätter und Kelche, in Inflorescenz und Habitus". Eine besonders klare Einsicht in die Variationsverhältnisse der Fauna einer abgeschlossenen Inselgruppe verdanken wir den genauen Beobachtungen G. Baurs über die Eidechsen-Gattung *Tropidurus*[2]). Der Autor beobachtete die Gattung auf zwölf verschiedenen Inseln der Galapagos-Gruppe. „Nicht eine einzige Insel enthielt mehr als eine Form von *Tropidurus*, und jede Insel enthielt eine charakteristische Form." Die Formen von 7 Inseln waren sehr leicht zu trennen, weniger scharf getrennt in ihren Charakteren waren die Formen der übrigen 5 Inseln. Die einzelnen Formen waren zu unterscheiden nach der Variation in der Zahl der Schuppen um die Mitte des Körpers, die für jede Form eine ganz bestimmte ist, d. h. nach einem ganz bestimmten Gesetz stattfindet. Genau so wie *Tropidurus* verhält sich die Vogel-Gattung *Certhiola*. Dieselbe kommt auf den westindischen Inseln in nicht weniger als 16 Arten vor und „beinahe jede Insel besitzt ihre eigentümliche Art".

Eine besondere Gleichförmigkeit der Lebensbedingungen bietet sich den Organismen dar in unterirdischen Höhlen. In der That lebt von den unterirdisch lebenden Arten einer Gattung meist immer nur eine Art in ein und derselben Höhle und schließt das Vorkommen der einen Art oft das der anderen aus [Hamann, VIII S. 11][2]).

---

weniger als zwanzig verschiedene Zwischenformen zwischen *A. prorsa* und *A. levana* zu erzeugen. Weil nun in der freien Natur solche Zwischenformen sehr selten vorkommen, so folgt hieraus, dass in der freien Natur *Araschnia* einem irgendwie ungleichmäßigen Wechsel von Wärme und Kälte sehr selten ausgesetzt ist. *A. prorsa* und *A. levana* sind aber mit demselben Rechte verschiedene Arten, als etwa *Molge vulgaris* und *palmata* einerseits, oder *Triton cristatus* und *marmoratus* anderseits. Der Unterschied besteht nur darin, dass erstere Arten in der Zeit (Generationen), letztere im Raume (vikariierende Arten) aufeinanderfolgen. Vergl. Abschn. XII.

1) G. Baur, Das Variieren der Eidechsen-Gattung *Tropidurus* auf den Galapagus-Inseln. in: Festschr. 70. Gebstg. Leuckart's, 1892.

2) Aehnlich wie Inseln und Höhlen verhalten sich im Gebirge durch besondere Insolation oder sonstwie charakteristische Steilhänge; so tritt nach

Digitized by Google

Haben verschiedene Arten ein und derselben natürlichen Gattung wirklich gleiche „Eigenschaften", dann muss eine Art in eine andere derselben Gattung, wenigstens unter gewissen Bedingungen übergehen. Dieser Folgerung scheint die Erfahrung zu widersprechen. Man hat sich nämlich seit jeher gewöhnt, unter verschiedenen Arten immer verschiedene Gattungen zu verstehen; in diesem Sinne widerspricht es allerdings der Erfahrung, dass etwa aus einer Buche eine Eiche, aus einem Hering ein Sprott werden kann. Wie steht es aber mit den verschiedenen Arten der Eiche, der Primel, u. s. w.? Es ist beobachtet worden, dass *Primula elatior* in officinalis oder umgekehrt in der 4. Generation übergegangen ist, jedoch ist die Zulässigkeit dieser Beobachtung zweifelhaft. Sicher dagegen sind folgende Beobachtungen. Noll hatte beobachtet, dass bei *Tropaeolum peregrinum*, einer sonst rankenlosen Pflanzenart, eine Keimpflanze an Stelle eines Blattes eine typische rotierende Bewegungen ausführende Ranke entwickelte. Dieser auffallenden Variation entspricht eine andere Art, nämlich *T. tricolor*, welches sich durch Ranken an den unteren Stengelgliedern auszeichnet. Bei *Iris pallida* ist nur der äußere dreiblättrige Hüllkreis durch Bartbildung ausgezeichnet. Häufig ist jedoch auch an den inneren Hüllblättern eine rudimentäre Bartbildung zu finden. Nun hatte Heinricher im Grazer Garten Stöcke kultiviert, bei denen neben anderen Abweichungen alle sechs Blütenhüllblätter mit Bart versehen waren. Von besonderem Interesse ist es nun, dass bei einer anderen *Iris*-Art, der *I. falcifolia*, sämtliche Hüllblätter einen Bart besitzen. Besonders wichtig ist die Beobachtung Krasan's [IX, S. 399—404] über den Uebergang von *Quercus sessiliflora* in die Entwickelungsrichtung der *Qu. xalapensis* einerseits und in die der *Qu. alba* anderseits. Auf dem durch ganz eigenartige bodenklimatische Verhältnisse ausgezeichneten Süd-Ost-Abhange des Kreuzkogels in Steiermark traf der Forscher Wintereichen an, deren Laub in seinen Form-Merkmalen dem der amerikanischen *Qu. xalapensis* entsprach. Diese auch noch in anderen Merkmalen vom Grundtypus abweichende Form glich von weitem eher dem Lorbeer als einer Wintereiche. An anderen Orten Steiermarks hatte Krasan Wintereichen beobachtet, an deren zweitem Trieb nur das sog. *Pinnatifida*-Blatt auftrat, welches vor allem der *Qu. alba* zukommt.

Wenn *Amygdalus* var. *dulcis* „ausnahmsweise" wieder bittere Mandeln liefert, warum sollte da umgekehrt unsere gewöhnliche Eiche, die bittere Früchte liefert, nicht „ausnahmsweise" süße Eicheln hervorbringen können, wie solche bei *Qu. vesc.* in Kurdistan thatsächlich

Nägeli *Hieracium villosum* auf einem sonnigen rasenlosen Steilhange der Rotwand in zwei besonderen Varietäten auf. *Quercus sessiliflora* tritt auf dem Süd-Ost-Abhange des Kreuzkogels in der Form *xalapensis* auf (Krasan, IX, S. 399).

Digitized by Google

vorkommen? Diese und ähnliche Beobachtungen verdienten doch eine systematische Beachtung, anstatt dass man sie als „Ausnahmen" konventioneller Regeln hinstellt. Die angeführten Beobachtungen stehen insofern vereinzelt da, als es üblich geworden ist, jedesmal so oft das Uebergehen einer Art in eine andere beobachtet wird, die betreffenden Arten in eine Art zusammenzuziehen; das gilt besonders von *Siredon* und *Amblystoma*, von *Branchippus* und *Artemia*, von *Riccia fluitans* und *R. canaliculata*, u. a. m.

Die Natur des physiologischen Prozesses, den man als „Uebergehen" zu bezeichnen pflegt, ist bisher wenig erforscht. Man beobachtet ein sogen. kontinuierliches und ein sprungweises Uebergehen. Beide Erscheinungen scheinen folgendermaßen zusammenzuhängen. Offenbar ist der Grad einer Abweichung oder Variation abhängig von der zugeführten Menge der für die Auslösung einer bestimmten Variation maßgebenden Energie-Form(en). Findet nun in der Zuführung ein rapider Wechsel statt, so wird die Einleitung der Variation sofort schon äußerlich sich kennzeichnen, wie dies z. B. die allmähliche Differenzierung der bandförmigen Wasserblätter von *Sagittaria natans* in gestielte Spreitenblätter zeigt, wenn die Pflanze auf dem Lande kultiviert wird, wobei das Licht mit gesteigerter Intensität auf die Pflanze einzuwirken vermag[1]). Aehnliches gilt in Bezug auf die Wärme von dem Uebergehen der *Araschnia prorsa* in *A. levana*. Wirken dagegen die verändernden Faktoren in mehr gleichmäßiger (kontinuierlicher) Weise ein, so kann die Einleitung der Variation äußerlich zuerst gar nicht wahrnehmbar sein, um mit einem Male scheinbar sprungweise aufzutreten, um dann unter Umständen, wenn die verändernden Faktoren schon längst aufgehört haben zu wirken, scheinbar ebenso sprungweise zurückzugehen. Hiermit hängt offenbar zusammen die physiologische Verschiedenheit morphologisch gleicher Organe und die im folgenden Abschnitt noch besonders zu erwähnende Verharrungstendenz des Organismus.

IX. „Entstehung der Arten infolge zufälliger Verschiedenheit in der Bethätigung des Wahlvermögens der Organismen.

Es lässt also einerseits die notwendige Voraussetzung der Gesetzmäßigkeit aller Variation, anderseits die Beobachtung des Verhaltens von gleichförmigen Bedingungen unterworfenen Organismen keinen Zweifel bestehen, dass eine Gattung unter gleichförmigen Bedingungen in nur einer Art wenigstens auftreten kann. Es lehrt nämlich die Erfahrung, dass unter ein und denselben Lebensbedingungen auch ver-

1) Wächter, Beiträge zur Kenntnis einiger Wasserpflanzen, Flora, Bd. 83, Seite 369 ff.

Digitized by Google

schiedene Arten derselben Gattung durcheinander vorkommen; dies ist auf dem Kontinent und den größeren Inseln sogar die durchgehende Regel. Wie ist diese Erscheinung zu erklären? Offenbar dadurch, dass in diesem Falle gleichbeeigenschaftete Organismen die ihnen zu Gebote stehenden Existenzbedingungen ungleichmäßig ausnutzen, sich sozusagen ein ganz bestimmtes Milieu von Existenzbedingungen wählen. Für diese Wahl oder Selbstbestimmung eines bestimmten Milieus kommt die Möglichkeit einer den Organismen etwa besonders eigenen Spontaneität für uns gar nicht in Betracht. Wie bereits in Abs. V dargelegt wurde, ist kein vernünftiger Grund vorhanden für die Annahme der Wirklichkeit besonderer spontaner Vorgänge in Pflanzen und Tieren. Diese eigentümliche Wahl wird vielmehr lediglich durch den Zufall bestimmt. Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel. Es gelangen ein paar Individuen einer bestimmten Katzenart in eine mit Katzen noch nicht bevölkerte Gegend. Ihre frühere Lebensweise wird dafür bestimmend sein, ob sie ein vorwiegend mit kleinen Nagern oder ein vorwiegend mit Vögeln besetztes Jagdrevier in Beschlag nehmen. Eine Zeit später gelangen in dieselbe Gegend wieder Individuen derselben Art, welche auch dieselbe Lebensweise, wie ihre Vorgänger haben. Für diese zweite Serie wird die Wahl des Jagdreviers nicht ausschließlich durch ihre frühere Lebensweise bestimmt werden. Als zweites Moment kommt hinzu, dass das ihnen konvenierende Jagdrevier bereits besetzt ist. Die Folge wird sein, dass der ihnen von der Natur verliehene Trieb, einsam zu jagen, vielleicht auch sie abschreckende Geberden ihrer Artgenossen sie zu einer unbewussten, in letzter Linie auf die gesetzmäßige Funktion ihrer sensibelen und motorischen Organe zurückzuführenden Wahl des ihnen weniger zusagenden Jagdreviers bestimmen werden. Unterschiede der Lebensweise bedingen aber eine mehr oder weniger tiefgreifende morphologische Verschiedenheit. So leben der Feld- und der Haussperling in denselben Ortschaften, besuchen aber verschiedene Reviere. Trotz der uns so minutiös scheinenden Verschiedenheit welche die Lebensbedingungen auf Feld oder Hof mit sich bringen, sind beide Formen sehr gut zu unterscheiden und liefern uns einen Beweis dafür, dass oft Lebensbedingungen, welche wir schlechthin als gleichförmige oder gar identische anzusehen pflegen, es in Wirklichkeit gar nicht zu sein brauchen. Da ferner kein fundamentaler Unterschied besteht zwischen der Lebensbethätigung von Tieren und einer solchen von Pflanzen, so darf man getrost annehmen, dass auch bei Pflanzen in ähnlicher Weise eine durch Zufall bedingte Wahl der Lebensbedingungen stattfindet, was übrigens die Erfahrung zu bestätigen scheint. Es verhalten sich verschiedene Algenarten derselben Gattung — freilich bleibt die Möglichkeit, dass wir es hier mit verschiedenen Gattungen zu thun haben, nicht ausgeschlossen — die in ein und demselben Meerwasser auf-

Digitized by Google

wachsen, in der Auswahl der Aschenbestandteile verschieden. Welche Bedingungen in diesem Falle die Verschiedenheit der Wahl veranlaßt haben, bleibt uns vorläufig völlig verborgen.

Eine verschiedenartige Bethätigung des Wahlvermögens genügt für sich allein noch nicht, um das Nebeneinandervorkommen verschiedener Arten desselben Genus zu ermöglichen; es treten hinzu noch zwei besondere Faktoren, die in ihrer Bedeutung bisher so gut wie gar nicht beachtet worden sind: die Verharrungstendenz des Organismus und die gesetzmäßige Zuchtwahl. Es können nämlich die durch besondere Bedingungen einmal veranlaßten Modifikationen der Gattung, d. h. die Species, auch eine Zeit lang sich erhalten, ohne dass dieselben Bedingungen notwendigerweise auch bei den Descendenten anhaltend nachzuwirken brauchen. So lieferte [VII, S. 326] *Dasychira abietis*, welche regulärerweise als Raupe überwintert, wegen eines besonders milden Jahreswetters, eine aus vielen Faltern bestehende Generation bereits im August 1893, anstatt im Juni und Juli 94. Diese irreguläre Generation pflanzte sich fort und ergab a. 94 und 95 abermals eine doppelte Generation, obwohl das Wachtum der Raupen a. 94 und 95 keineswegs in irgendwie außergewöhnliche Temperatur fiel. Daraus geht hervor, dass der Organismus, wenn er einmal seinen Lebensbetrieb und die damit einhergehende Formanpassung infolge ganz bestimmter Lebensbedingungen in eine ganz bestimmte Bahn gelenkt hat, ohne weiteres eine längere oder kürzere Zeit darin verharrt, also sich auch in demselben Modus reproduziert. Die Verharrungstendenz offenbart sich ja deutlich dann, wenn man Tiere oder Pflanzen zu kultivieren, d. h. besonderen Bedingungen zu unterwerfen beginnt. So hat *Tropaeolum maius* erst nach 150jähriger Kultur die erste Variation (var. *atrosanguineum*) geliefert, also erst nach so langer Zeit eine namhafte Veränderung erfahren (Buchenau). Ist die Verharrungstendenz im Laufe der Zeiten gehörig abgeschwächt, dann treten plötzlich und in rapid fortschreitender Formenfülle die allerverschiedensten Kulturrassen auf, wie es die Geschichte wohl aller Kulturrassen beweist.

Die Verharrungstendenz in einem an sich nicht ganz rationellen Betriebe hat offenbar den Zweck, einem außerordentlichen Aufwande der zu jeder tief greifenden Umgestaltung erforderlichen Energie-Vorräte, welche aufgewandt die Lebensfähigkeit des Organismus schwächen könnten oder noch nicht in dem erforderlichen Maße dem Organismus zur Verfügung stehen, vorzubeugen.

Die dem Organismus eigene Fähigkeit, in dem Wechsel mannigfachster Existenzbedingungen, wie ihn die freie Natur bietet, sich einen ganz bestimmten Betriebs- bezw. Gestaltsmodus zu bestimmen, wobei es uns oft unmöglich ist das für die Anpassung maßgebende Moment aus der mannigfaltigen Kombination der Lebensbedingungen zu präzi-

Digitized by Google

sieren, ferner die Fähigkeit, in einem neu geschaffenen Gestaltmodus eine Zeit lang ohne weiteres zu verharren, bezieht sich auf alle Lebensbethätigungen, sie ist dafür entscheidend, ob z. B. eine Pflanzengattung in einer ein- oder zweijährigen Art auftritt, ob eine Gattung in der einen Form im Vorsommer, in einer anderen im Spätherbst blüht [1]), und für a. m.

In den meisten Fällen wird wohl die Allotropie der Gattung durch ungleiche Energie- und Stoffzufuhr bedingt; denn es können noch andere Faktoren, wie symbiotische Beziehungen, mechanische Inanspruchnahme durch Wind und Wasser, bei zum Klettern und Winden veranlagten Gewächsen Vorhandensein oder Nichtvorhandensein besonderer Stützen und dergl. mehr den Organismus allotropisch beeinflussen.

Der Behauptung, dass Verschiedenheit der Lebensweise bezw. die Tendenz, in einer solchen zu verharren, falls sie erst einmal eingeleitet worden, genüge, um das Nebeneinanderkommen verschiedener Arten desselben Genus zu erklären, wird entgegengehalten werden, dass etwaige auftretende Verschiedenheiten sofort durch die Kreuzung ausgeglichen werden müssten. Eine solche Befürchtung wäre gerechtfertigt, wenn die Fortpflanzungserscheinungen der Organismen keiner besonderen Gesetzlichkeit unterliegen würden. Allein die Erfahrung lehrt, dass es ebensowenig eine regellose Durcheinanderkreuzung giebt, als es eine regellose Variation giebt. Das Bestreben sich geschlechtlich zu mischen ist eben unter sonst günstigen Bedingungen — exceptionelle Bedingungen müssen natürlich Anomalien veranlassen — in der Regel nur auf physiologisch gleichartige Individuen, d. h. auf Individuen der gleichen Species oder Varietät gerichtet. So besteht nach Eimer eine Abneigung vor geschlechtlicher Mischung zwischen *Lacerta muralis coerulea* und der Stammform. Standfuß hat festgestellt [VII, S. 107), dass sich die Männchen von *Calimorpha dominula* bei zahlreich ausgesetzten frisch entwickelten Weibchen der var. *persona* äußerst spärlich einfanden, während sie an die nicht weit davon ausgesetzten frisch entwickelten Weibchen von *dominula* in Menge anflogen. Nach Jordan sollen durcheinander vorkommende, verwandte Abarten sich durch Samen vermehren aber unter einander nicht gekreuzt werden können.

Von Wichtigkeit in theoretischer und praktischer Hinsicht ist die Erkenntnis des Verhältnisses, in welchem die verschiedenen Modifikationen des Genus zu einander stehen, d. h. die wirkliche Beziehung der Species zu den Varietäten (Aberrationen). Eine grundlegende Erörterung wird von Briquet [V, S. 51—56] diesem Punkte gewidmet.

1) Vergl. Murbeck, Ueber eine neue *Alectorolophus*-Art. Oesterr. Bot. Zeitschr., XLVIII, S. 91. — R. v. Wettstein, Der Saisondimorphismus als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Arten, S. 309.

Digitized by Google

Nach Nägeli's Vorgang begründet Briquet den Unterschied zwischen Species und Varietät auf den Begriff des Uebergangs. Nun ist der Begriff „Uebergang", wenn man darunter nicht gerade ein thatsächlich und direkt beobachtetes Uebergehen einer Form zu einer anderen durch das Stadium einer dritten verstehen will, eine rein künstliche Form, die durch bloße reflektierende Mutmaßung geschaffen wird, also in Betreff eines gegebenen Gegenstandes etwas Neues aussagt, was durch die Erfahrung gar nicht gegeben ist. Thatsächlich ergeben denn auch die in großartigem Umfange mit bewundernswerter Gewissenhaftigkeit am Hering und Sprott angestellten Untersuchungen Heinckes, dass die angeblich so häufigen Uebergänge auf der Befangenheit ihrer Beobachter „in schematischen Vorstellungen" beruhen, insbesondere darauf, dass man solche Uebergänge auf Grund der Berücksichtigung nur eines oder weniger Merkmale aufgestellt hat.

Wenn man bedenkt, dass schon der Chemiker darüber in Zweifel kommen kann, ob ein Element in einem bestimmten Zustande als besondere allotropische Modifikation zu bezeichnen ist oder nicht (beispielsweise kann der metallische Phosphor als eine besser krystallisierte „Spielart" des roten angesehen werden), so darf man sich gar nicht wundern, wenn es schwer fällt, über Organismen-Species ein sicheres Urteil zu fällen. So viel steht jedenfalls fest, dass die Species-Frage über das Gebiet dessen, was man Morphologie nennt, weit hinausgeht. Die Species einer Gattung dürfen eben nicht als bloße Sammlungsobjekte, sondern müssen vor allem als Lebewesen betrachtet werden[1]).

X. Bestimmung und Umfang der Gattung.

Der Bestimmung selbständiger Besonderungen überhaupt, also nicht bloß solcher, welche die Lebewesen betreffen, ist mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft. Eine große Schwierigkeit bietet das folgende Verhältnis. Alle gleichbeeigenschafteten Naturobjekte können unter verschiedenen Bedingungen ganz verschiedene Merkmale annehmen (Allotropie), und umgekehrt können wesentlich verschiedene Naturobjekte unter gleichen Bedingungen sehr ähnliche Merkmale annehmen, z. B. können chemisch unähnliche Körper die nämliche Krystallform annehmen (Konvergenz). Daher besitzt beispielsweise der *Axolotl* als Landform ganz andere Merkmale, als die Wasserform desselben. Umgekehrt sind der Wasserfrosch und der Grasfrosch in ihren Eigenschaften

1) Nach Cuvier ist es Aufgabe des Naturforschers, das Maß der Uebereinstimmung und der Verschiedenheit unter den Naturprodukten zu bestimmen. Nach welchem Maß diese Bestimmung stattfinden soll, hat Cuvier nicht gesagt. Das Maß der Uebereinstimmung zweier verschiedenen Formen eines Elementes lässt sich bequem darstellen durch Formeln, z. B.:

$$P_{gelb} = P_{rot} + 19{,}2\ \text{Cal.}$$

Digitized by Google

(anscheinend) verschieden; sie liefern wenigstens miteinander keine entwicklungsfähigen Bastarde, die isolierten Zellen gefurchter Eier von *Rana fusca* vereinigen sich nach Roux, wenn sie nahe genug zusammenliegen, die von *R. esculenta* nicht. Allein in ihrer morphologischen Gesamterscheinung sind sich beide Formen außerordentlich ähnlich.

Der Bestimmung der Gattungen als wirklich selbständiger Besonderungen stellt sich noch eine andere Schwierigkeit entgegen. Schon in der Chemie tritt uns die Thatsache entgegen, dass gewisse chem. Elemente mit einander viel näher „verwandt" sind, als mit irgend welchen anderen Elementen und man hat dementsprechend aufgestellt die Gruppe der Metalle, Halogene, alkalischen Erden u. a. Letztere Gruppe bildet wieder 2 Untergruppen und unter den 3 Elementen der ersteren können zwei Elemente als fast vollkommene Spiegelbilder des dritten angesehen werden. Ein solches natürliches System" tritt uns in noch weit mehr ausgeprägter Form unter den Lebewesen entgegen. Während aber die Chemie sichere Methoden hat, um zwei verschiedene wenn auch in ihren Eigenschaften noch so ähnliche Substrate als verschiedene Elemente zu bestimmen, ist dies in der Biologie bis jetzt noch nicht der Fall. Ja, hier bietet sogar die Möglichkeit eines Systems als solchen Anlass zu Betrachtungen, die über das Gebiet der exakten, d. h. objektiv bestimmenden Naturwissenschaft hinausgehen. In der Systematik stellt sich uns nämlich das kritisch-teleologische Problem entgegen, ob überhaupt jedes mögliche System von uns nur in die Natur hineingedacht wird, oder ob etwa die objektive Wirklichkeit des System-Begriffes ausgemacht werden kann (Cuviers Lehre von der Stilverschiedenheit des Bauplanes). Es ist ein leerer Wahn zu glauben, die Descendenztheorie sei im Stande die Möglichkeit des Systems zu erklären. Denn die Behauptung, alle Lebewesen stellten ursprünglich ein Kontinuum dar und, indem durch allmähliches Aussterben einiger Glieder Lücken entstanden seien, seien gleichsam einzelne sich abhebende Aeste übrig geblieben, welche alle scheinbar nach gesonderten Bauplänen gebauten Organismen vereinigten, wird durch die Erfahrung der Palaeontologie widerlegt; an den ausgestorbenen Tieren tritt eine systematische Gliederung ebenso unverkennbar zu Tage, als an den recenten, beispielsw. besitzt kein ausgestorbenes Wirbeltier mehr als vier Extremitäten, u. a. m.

Bisher hat man die Gattungen nur nach Merkmalen bestimmt. Man glaubte dabei ganz folgerichtig gefunden zu haben, dass sich in Wirklichkeit keine scharfe Grenze zwischen verschiedenen Gattungen feststellen lasse, weil man gewisse Arten bald in dieser, bald in jener Gattung unterbringen könne. Aus der vorangegangenen empirischen Bestimmung des Begriffes der Gattung dürfte zur Genüge hervorgehen, dass es eben im allgemeinen unmöglich ist, auf Grund

Digitized by Google

bloßer Merkmale verschiedene (natürliche) Gattungen zu bestimmen; ganz gewiss ist es aber unmöglich, natürliche Gattungen nach ganz wenigen herausgegriffenen Merkmalen zu bestimmen. Zwei praktische Beispiele mögen dies erläutern. Die beiden provisorischen Gattungen *Primula* und *Androsace* fallen durch die Verschiedenheit ihrer Gesamterscheinuug sofort auf. Nun werden in jeder der beiden „Gattungen" so verschiedene Formen vereinigt, dass sich überhaupt kein durchgehendes Merkmal zur strengen morphologischen Scheidung beider „Gattungen" aufstellen lässt, weil es *Androsace*-Arten giebt, welche auch der *Primula* generisch zugeschriebene Merkmale besitzen und umgekehrt[1]). Auf der Berücksichtigung weniger herausgegriffener Merkmale beruht auch eine systematische Untersuchung von Wiedersheim[2]), welche allerdings die Bestimmung natürlicher Gattungsgruppen zum Gegenstande hat. Auf Grund der größeren oder geringeren Uebereinstimmung im Schädelbau giebt Wiedersheim auf einer sogen. Stammtafel eine Zusammenstellung der Urodelen-Gattungen, welche nichts weniger als die Aehnlichkeit ihrer Eigenschaften zum Ausdruck bringt. Es werden da die Gatt. *Salamandra* und *Chioglossa* einerseits, die Gatt. *Spelerpes* und *Plethodon* anderseits als mit einander verwandt zusammengestellt. In Wirklichkeit stehen jedoch *Spelerpes* und *Salamandra* einander unendlich näher und sie fallen durch herabgesetzte Lebensenergie ebensosehr auf, als sich *Plethodon* und *Chioglossa* durch ihre außerordentliche Lebhaftigkeit auszeichnen.

Aber auch bei Berücksichtigung aller Merkmale, nach der Methode der kombinierten Merkmale Heinckes, können natürliche Gattungen nicht bestimmt werden. „Nach der Größe der morphologischen Lücke" kann ebensowenig entschieden werden, ob zwei verschiedene Geschöpfe verschiedenen Arten derselben Gattung oder verschiedenen Gattungen zuzuzählen sind, als etwa aus den (zufälligen) Merkmalen des gelben und roten Phosphors auf ihr natürliches Wesen geschlossen werden kann; beide sind nämlich in ihren Merkmalen mehr verschieden, als zwei verschiedene aber mit einander verwandte Elemente.

Nur zuweilen wird man bei der Bestimmung der Gattung selbst einzelne besonders auffallende morphologische Eigentümlichkeiten in Betracht ziehen müssen, z. B. den Umstand, dass der Schlei am Darm quergestreifte Muskelfasern besitzt, dass die Gatt. *Spelerpes* im Gegensatz zu seinen Verwandten lungenlos ist, dass die Samenfäden verschiedener Käfergattungen charakteristische Verschiedenheiten zeigen, u. a. m.

Wenn man alle Veränderungen, die an einer beliebigen Art alle möglichen für ihr Gedeihen noch zulässigen Kombinationen der Exi-

1) Pax, Monogr. d. Gatt. *Primula*. Bot. Jahrb. f. System., 10. Bd., 1889.
2) Wiedersheim, Das Kopfskelett der Urodelen. Morph. Jahrb., III.

Digitized by Google

stenzbedingungen überhaupt hervorbringen können und nach Verlauf einer genügend langen Einwirkung auch hervorbringen müssen, kennen würde, so wäre damit eine Gattung ohne weiteres bestimmt. Denn wir brauchten dann nur die einzelnen uns bekannten Modifikationen mit den in der freien Natur vorkommenden Objekten zu vergleichen. Andauernde Kultur unter planmäßigem Wechsel der Existenzbedingungen verspricht hier befriedigende Resultate. Versuche nach dieser Richtung wenn auch nicht zu genanntem Zwecke liegen bereits vor. So hatte Krasan [IX, S. 381) einen Rasen *Festuca sulcata* aus weichem Boden in eine Felsspalte an einer dolomitischen Felswand verpflanzt. Bereits nach Verlauf von 3 Jahren nahm die Pflanze eine Mittelform zwischen *F. sulcata* und der auf Kalkboden angewiesenen *F. glauca* an. Sehr eingehende Versuche über den Einfluss des alpinen Klimas auf aus der Ebene stammende Pflanzenarten hatte Bonnier [II] angestellt. Aus der Ebene stammende Pflanzenarten nahmen, wenn sie in hoch gelegenen Gebirgsorten kultiviert wurden, im Laufe der Zeit das Aussehen typisch alpiner Arten an, beispielsw. nimmt *Calamintha Acinos* die Charaktere der *C. alpina*, *Juniperus communis* solche von *J. alpina* an. An solchen alpin gewordenen Pflanzen kann man die Beobachtung machen, dass die Formbeschaffenheit besonders des Assimilationsgewebes in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu der Höhe der betreffenden Gebirgsorte[1]).

Die Hauptschwierigkeit der experimentellen Methode liegt wohl darin, die eine Art verändernden Faktoren passend zu kombinieren. Wenn es z. B. auch sehr wahrscheinlich ist, dass *Vanessa antiopa* und *V. polychloros* incl. *xanthomelas* einerseits und *V. urticae* und *V. io* anderseits generisch zusammengehören [VII] so ist es doch bis jetzt nicht gelungen durch bloße Einwirkung von Wärme bezw. Kälte auf die Puppen die eine Art direkt in die andere zu verwandeln. Wahrscheinlich ist hierzu auch die Ausdehnung des Experimentes auf mehrere Generationen notwendig.

---

1) Diese Beziehung findet jedoch nicht statt bei den verschiedenen Arten, welche man unter einem Genus vereinigt. Während also die Formen ein und derselben Art zu der Höhe in einer ganz bestimmten Beziehung stehen, „ist es unmöglich nach ähnlichen Gesichtspunkten die verschiedenen Arten ein und desselben Genus zu vergleichen". Sollten diese Arten „ein und desselben Genus" am Ende verschiedene Genera darstellen, so wäre das abweichende Verhalten leicht erklärlich. Ein interessantes Analogon dieser Beobachtung Bonnier's bildet das Verhalten von Hering und Sprott in betreff der Zunahme bezw. Abnahme der Zahl der Wirbel bei der Aenderung des Salzgehalts; diese Aenderung wirkt auf beide Formen in umgekehrtem Sinne (S. LXXIII). Dieser Umstand spricht offenbar für den generischen Charakter jeder der beiden Formen.

Digitized by Google

In der Praxis dürften die beiden folgenden Momente bei der Bestimmung der natürlichen Gattung eine besondere Beachtung verdienen:

1. Vorhandensein eines erheblichen physiologischen (biologischen) Unterschiedes trotz großer Gleichartigkeit der Existenzbedingungen, z. B. bei Hering und Sprott, *Ctenolabrus* und *Fundulus*, *Triton taeniatus* und *cristatus*.
2. Entgegengesetzte Variation bei gleichsinniger Variation irgend eines eine bestimmte Variation einleitenden Mittels.

Nur das erste Moment soll hier auf einen speziellen Fall, nämlich auf die *Triton*-Species angewandt werden. Es ist identisch mit der sog. „geographisch-morphologischen Methode der Systematik" Wettsteins [XI], insofern die Gleichartigkeit oder Verschiedenheit der Existenzbedingungen in der geographischen Verbreitung zum Ausdruck kommt. In seiner Bearbeitung der europäischen Ebrodelen zählt J. v. Bedriaga[1]) 12 verschiedene Molge- oder *Triton*-Arten auf. Es ist zu entscheiden, ob alle diese Species demselben natürlichen Genus angehören oder nicht. Betrachtet man die beiden verbreitetsten Arten, *T. cristatus* und *vulgaris*, so fällt folgendes auf. Beide Arten haben ein sehr verbreitetes Wohngebiet, kommen in einem großen Teile desselben gemeinsam vor und leben unter annähernd gleichen Bedingungen. Trotzdem sind beide Formen erheblich verschieden, und es fällt an *T. cristatus* schon der robuste Bau ebenso sehr auf, als bei *T. taeniatus* die Zartheit und Zierlichkeit desselben. *T. cristatus* hält sich mehr im Wasser, *T. vulgaris* mehr auf dem Lande auf. Ausschlaggebend für die Bestimmung beider Formen als zweier verschiedener Gattungen dürfte folgender Umstand sein. Jede derselben wird da, wo sie selbst nicht vorkommt, durch eine andere ihr sehr ähnliche Art vertreten. *T. cristatus* ist z. B. über einen großen Teil Europas verbreitet, fehlt jedoch schon in Süd-Frankreich[2]). In Frankreich[2]), ferner in West- und Nord-Spanien kommt dagegen an seiner Stelle der ihm sehr ähnliche *T. marmoratus* vor. Letzterer fehlt im Süd-Westen von Spanien, es kommt dort an seiner Stelle der sog. *Pleurodeles Waltlii* vor. Dass der *Pleurodeles* jedoch nur ein maskierter *T. cristatus* ist, darauf weist folgendes Verhältnis hin. *Pleurodeles* tritt in den Pyrenäen in der Form *aspera* auf. Junge Männchen der *aspera*-Form ähneln aber außerordentlich in ihrer Gesamterscheinung dem *T. marmoratus*. In einem ähnlichen Verhältnis stehen zu einander die Arten der 2. Serie: *Triton vulgaris*, *palmata* und *Boscai*.

---

1) J. v. Bedriaga, Lurchfauna Europas. *Urodela* 97.

2) Das teilweise Uebergreifen des Verbreitungsgebietes zweier Arten desselben Genus erklärt sich aus der Verharrungstendenz.

Digitized by Google

Litteratur-Verzeichnis.

[Im Text ist auf dasselbe durch eingeklammerte römische Zahlen Bezug genommen.]

I. W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, I. Bd., 97.
II. G. Bonnier, Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Annal. Scienc. Nat., 94, Bot., T. XX.
III. Carl v. Naegeli und A. Peter, Die Hieracien Mittel-Europas, Piloselloiden, 85.
IV. John Briquet, Monographie d. genre *Galeopsis*, 93.
V. desgl, Études sur les *Cytises* des *Alpes maritimes*, 94.
VI. G. H. Theodor Eimer, Orthogenesis der Schmetterlinge, 97.
VII. M. Standfuss, Handbuch der paläarkt. Großschmetterlinge, 96.
VIII. O. Hamann, Europäische Höhlenfauna, 96.
IX. F. Krasan, Ueber kontinuierliche u. sprungweise Varation, Bot. Jahrb. Syst., IX. Bd.
X. A. Fleischmann, Stammesgeschichte der Tierwelt, Sep.-Abdr. aus dem Lehrbuch der Zool., 98.
XI. R. v. Wettstein, Grundzüge d. geogr.-morphol. Meth. der Pflanzensystem., 98.
XII. M. Mph. De Candolle, Étude sur l'espèce etc. in: Bibl. Univ. et Rev. Suisse, Arch. d. Scienc. phys. et nat., I, 15, 1862.
XIII. Fr. Dreyer, Studien zur Methodenlehre und Erkenntniskritik, 95.
H. Friedrich Heincke, Naturgesch. des Herings, Teil I. in: Abh. d. deutsch. Seefischereivereins, II. Bd., Heft 1, 1898.

Charlottenburg, Witzlebenpark, im Januar, 1899. [11]

Die Süßwasser-Biologie-Stationen in Amerika.

Von **Charles A. Kofoid**[1]).

Uebersetzt von Dr. **Othm. Em. Imhof.**

Der Grund und Zweck der Errichtung aller biologischen Stationen, seien es Meer- oder Süßwasserinstitute, ist im Wesentlichen der gleiche. Sie dienen Studierenden und Forschern in nähere Verbindung mit der Natur, mit ihren Lebewesen in ihrer heimatlichen Umgebung zu bringen, die Beobachtungen dadurch zu erleichtern und die Möglichkeiten, mit dem Wesen ihres Lebens und dem Studium desselben in nähere Erkenntnisbeziehung zu gelangen, zu vergrößern. Sie beleben von Neuem in der modernen Ergliederung der Formen, das Recht und die Entwicklung der alten Naturforschung, nach heutigem Ausdruck, die Oekologie, im Schema der biologischen Disziplin.

Dass zuerst marine Stationen in der modernen Zeit gegründet wurden ist ganz natürlich. In Amerika begann die Grundsteinlegung zu Nahant und Penikese. Bis zu neuerer Zeit fanden die großen Centren biologischer Forschung und biologischen Unterrichtes meistens an Meeresstraßen den Ort der Einrichtung. Es war bestimmt zu erwarten, dass der Innland-Biologe, der für den Sommer einen Ort aufsucht, wo er zugleich zur Erholung und zum Nutzen verweilen kann, durch die Fülle und den Reich-

1) 1898. Americ. Naturalist. XXXII. Nr. 378. p. 391–406.

Digitized by Google

tum an Neuem, eröffnet durch die Laboratorien an der Meeresküste, die Anziehung der näher gelegenen noch wenig gekannten Süßwasserfauna in den Hintergrund drängt oder ganz ignoriert, nicht ahnend, wie reich dieses verkannte Gebiet ist.

Dieses Uebergewicht der Anziehungskraft der Meeres-Biologie wird aber nicht nur in die Küstenlaboratorien einbegrenzt, es findet sich selbst in Lehrbüchern und Unterrichtsräumen. Innlandlaboratoriumsführer in denen die marinen Typen in zu ausgedehntem Maße hervortreten d. h. wo die Süßwasser-Typen nicht in natürlichem Verhältnis repräsentiert sind, kennt man wohl, und wohl zahlreiche Lehrer der Biologie unseres Innlandes der Städte lassen dieses widernatürliche Verhältnis durch Behandlung und Demonstration vorwiegend mariner Tiere gewinnen und die nächst liegende tägliche Mitwelt des Süßwassers fremd bleiben oder gar fremd werden. Aus pädagogischem Gesichtspunkt ist natürlich die Außerachtlassung oder gar Entfremdung des Naheliegenden Täglichen zu verurteilen, verkürzt das Zusammenleben — erdrückt die Sympathie sowohl des Lehrers als des Schülers zu seiner nächsten Umgebung —: diese Seite der Erziehung in biologischer Kenntnis der Gesamtheit des Naturlebens.

Der Autor fand auch die Ansicht der Minderwertigkeit der Süßwasserfauna in manchen biologischen Kreisen. Die Meeresfauna mag dem ganzen Umfang nach vorteilhafter sein, aber alle allgemein biologischen Probleme können mit mehr Ruhe und zur Zeit mit größerem Vorteil in den Süßwasserstationen zur Lösung geführt werden und weiter kann die noch wenig bekannte Mannigfaltigkeit und der Reichtum der Süßwasserfauna mancher Gebiete, annähernd oder vergleichsweise gleich günstig, denen der Meeresküsten zur Seite gestellt werden. Die besonders hervorragende Aufgabe der Süßwasserstationen besteht darin: das Interesse am Süßwasserleben wach zu halten und zu pflegen; für die Begeisterung, für den Wert und die Nützlichkeit, für den Unterricht und die Erziehung zu wirken. Die Süßwasser- und die Meeresstationen sind und sollen in keiner Weise als Rivalen, d. h. sich das Forschen streitig machende Institute, sein; beide Arten sind sich gegenseitig ergänzend und beide haben ihren Platz in der biologischen Disciplin.

Die Errichtung einer Anzahl biologischer Süßwasserstationen im centralen Nord-Amerika in den letzten wenigen verflossenen Jahren hatte ihre Beweggründe in mancherlei Triebfedern. Verfasser weist auf die erfolgreichen Beispiele der Meeresstationen als Hauptstimulationsmoment und auf das Bedürfnis des Binnenländers des Kontinentes, im Sommer in der Nähe analoge Vorteile, ohne die bedeutenden Kosten eines Aufenthaltes am Meere, wissenschaftlich erfolgreiche Arbeit zu finden. Die Möglichkeit ohne große Kosten unter Staatsprotektion in der Nähe in biologischen Stationen zu arbeiten, war der Hauptgrund zu diesen Unternehmungen. Ein fundamentaler Beweggrund lag weniger im einzelnen lokalen Bedürfnis, oder in bloßer Zweckmäßigkeit und Ersprießlichkeit, sondern in einem tieferliegenden Vorhaben von Seiten der einzelnen Vorstände, um die biologische Forschung zu erweitern, die Erleichterung zu vergrößern, einen Centralpunkt, als Stütze und Banner um das sich die Forscher schaaren, für den biologischen Unterricht in den betreffenden Staaten und endlich und zuvörderlichst gegebene festgelegte Wege zur Lösung der Grund-

Digitized by Google

probleme der Biologie, wie z. B. das Problem der Veränderlichkeit der Organismen, das der Oekologie eines Flussgebietes, zu schaffen.

Neben den drei im Folgenden besprochenen permanenten Stationen, erstanden andere Unternehmungen, welche biologische Arbeiten zu Tage förderten, obschon nicht als Stationen organisiert. Die in dieser Hinsicht glückliche Lage der Universität Wisconsin am Ufer des Mendotasees, obgleich ohne ein besonderes unabhängiges Institut ermöglichte Herrn Prof. Birge während mehreren Jahren zusammenhängende Beobachtungen über Crustaceen der pelagischen Fauna zu veröffentlichen. Das Resultat — jede biologische Station ermutigend — wurde von der Akademie der Wissenschaften von Wisconsin gedruckt. Fortsetzung dieser Forschungen in diesem Staate wird anderswo in diesem Sommer 1898 unter Protektion und Förderung durch den Staat selbst weitergeführt.

Die Fischerei-Kommission des Staates Michigan unterstützte die Erforschung vieler kleinerer Seen des Staates. Herr Prof. Reighard an der Universität Michigan war beauftragt eine ausgedehnte und systematische Erforschung des St. Clairsees zu unternehmen. 1894 bearbeitete Herr Dr. Ward, H. B. z. Th. das nördliche Ende des Michigansees. Die Publikation ist im Bulletin der Kommission enthalten. Das Werk über die großen Seen soll im letzten Sommer unter der Protektion der Vereinigten-Staaten-Fischerei-Kommission zum Teil von Prof. Reighard am Eriesee zu Put-in-Bay wieder aufgenommen werden.

Die Universität Minnesota unterhält während mehrerer Jahre am Gullsee ein Laboratorium, in welchem im Sommer mit Verbindung der naturhistorischen Staatsaufsicht gearbeitet wurde. Auch im Staat Jowa kam die Gründung einer Station letztes Jahr zu lebhaftem Wunsche. Die Universität Rochester stiftete Subsidien für die Ausstattung einer Station am Hemlocksee, 30 Meilen südlich von Rochester im westlichen Staate New-York und wird wahrscheinlich dieses Jahr eröffnet. Die Gebäulichkeiten errichtet die Stadt Rochester. Unterricht wird der vorzügliche Zielpunkt ihrer Organisation sein.

Die folgende Beschreibung der Ohio-Station war die letzte Publikation ihres Direktors Herrn Prof. D. S. Kellicot, kurz vor seiner verhängnisvollen Krankheit, der er unterlag. Die Darstellung der Indiana-Station ist von ihrem Direktor Herrn Prof. C. Eigenmann.

Seelaboratorium der Staatsuniversität Ohio.

Dieses Laboratorium zu Sandusky auf dem Boden des Stadtpumpwerkes in der Nähe einer Bucht des Ostbusens, im zweiten Stockwerk der Staatsfischzuchtanstalt besteht aus einem großen Raum mit Arbeitstischen und drei kleineren für Forscher. Die Fangausrüstung, pelagische Netze, Schlagnetze, Insektennetze etc. ist reich. Mikroskope, Reagentien und Glasutensilien nach Bedürfnis versehen von der Universität. Sie besitzt ein kleines Segelschiff. Am meisten wünschenswert wären bessere Aquarien und ein wettertüchtigeres Schiff, was noch ergänzt werden wird.

Sandusky ist für das Studium der Süßwasser-Flora und -Fauna sehr günstig gelegen. Zahlreiche Fischspecies laichen in dieser Bucht und an naheliegenden Inseln; Crustaceen, Würmer, Spongillen und Protozoen sind

Digitized by Google

sehr reich vertreten. Für die Erforschung der Wasservögel giebt es kein besseres Gebiet als die naheliegenden ausgedehnten Sümpfe und Sandhügel.

Das Ziel der Station soll einfach eine geeignete Pflanzstätte für die Staatsuniversitätsangehörigen in erster Linie, Studierende und Professoren sein und wenn Platz frei ist, jedwedem, als günstige Lokalität für das Studium lebender Tiere, Gelegenheit bieten.

Während zwei Sommern wurde gearbeitet und zwar über: Fische, Fischnahrung und Fischparasiten, Nistgewohnheiten der Vögel der Sümpfe, Wasserinsekten, Rotiferen, Spongien und Decapod-Krebse. Einige Fortschritte erzielte sie in der Kenntnis der Arten, des Charakters und der Verteilung der pelagischen Fauna.

Die Mehrzahl der hergestellten Sammlungen wurde in der Universität untergebracht und die Arbeiten meist als Berichte über Fortschritte der biologischen Survey, dirigiert von einem Comité der Akademie, gedruckt. 1898 wird die Station nur kurze Zeit geöffnet sein, da sie in einen andern Teil des Staates verlegt werden soll.

Diese Station ist in keinem Sinne eine Schule, jeder Arbeiter sucht das ihn speziell Beschäftigende, Rat gebend und erhaltend, wie die Gelegenheit es mit sich bringt.

Die biologische Station der Universität Indiana.

1893 unternahm Prof. Eigenmann die Planierung der Station, unterbreitete sie dem Board of Trustees und konnte sie 1895 eröffnen. Das Institut, gegründet am Turkeysee, benutzte ein altes Bootshaus in das Fenster geschnitten wurden und die Arbeiten begannen.

Weil kein ausreichender Fond disponibel war, gab die Station Unterrichtskurse zur Erlangung der nötigen Summe um das Institut zur Entwicklung zu bringen und weitere Studierende anzuziehen.

Es wurde der Seegrund gemessen, eine kurze Zusammenstellung der Tierwelt unternommen und Materialien für die Ausstattung des Institutes, als Anhaltspunkte für das Studium der Veränderlichkeit, gesammelt.

Der Staatsschatz bewilligte für die folgenden Jahre 200 und 300 $ zur beständigen Ausrüstung, zur Förderung des Unternehmens und Vermehrung der Arbeitsplätze. Es ward ein Gebäude von 18 : 55 Fuß, mit zwei Stockwerken erstellt durch die Grundbesitzer.

Die Bedingungen für biologische Studien, verbunden mit Landaufenthalt an einem prachtvollen See fünf Meilen vom nächsten Dorf entfernt, abseits von der Stundenzeit des Hörsaalunterrichts, erwiesen sich so lebenskräftig, dass die Zahl der Arbeiter von 19 auf 32 und im dritten Jahre auf 68 wuchs.

Alle anerkannten diese Stationsarbeit als ein Ideal, es verjüngte sich darin der Enthusiasmus der alten Naturforscher. Zu den besonderen Vorzügen gehört der Antrieb zu selbständiger Hilfsfindigkeit und sich in solch neue Umgebung einzuleben. Mancher Mangel der Lehrer niederer und höherer Schulen in der Biologie beruhte in der fehlenden Kenntnis praktischer Arbeit und im Fehlen der Gelegenheit zu solcher Arbeit.

Der Zweck der Station wurde deutlich erklärt im Wortlaut der ersten Anzeige:

Digitized by Google

Untersuchungen. — Der Hauptzweck der Station soll das Studium der Variabilität sein. Dazu eignet sich ein gutumschriebener kleiner See am besten, wo sich zu Zeiten die Veränderlichkeit der Umgebungseinflüsse auf ein Minimum beschränkt. Die Studien bezwecken die Bestimmung der Variabilitätsgrenzen der einheimischen Wirbeltiere, die Natur der Veränderung, sowohl dauernder als unterbrochener, quantitative Veränderung und die Richtung der Veränderungen.

In solcher Weise ist eine Basis zu erhoffen für die Veränderungen der gleichen Arten im Gebiet ihrer geographischen Ausbreitung. Es sollen diese Studien eine Reihe von Jahren fortgesetzt oder nach bestimmten Unterbrechungen wiederholt werden um die periodischen jährlichen Veränderungen zu bestimmen. Eine Vergleichung der Veränderungen der gleichen Species in andern ebenso umgrenzten Gebieten und die Korrelation von Veränderlichkeiten einer Reihe von Arten in solchen Gebieten, kann den Einfluss der veränderten Umgebung demonstrieren und kann ein einfacher Ersatz für schwierige Experimentationen sein.

Für dieses Studium wird das Gebiet des Wawasees, umgeben von anderen Seen, von denen einige anderen Flusssystemen angehören, in ausgezeichnetster Weise günstig sein.

In Verbindung mit dieser Art Studien über die ausgebildeten Formen, zieht die Verschiedenheit der Veränderung das Augenmerk auf sich: Veränderungen der Segmentation, Häufigkeit solcher Veränderungen und die Beziehung oder Abhängigkeit der Veränderung der Entwicklung und des Erwachsenen zu oder von den mechanischen Ursachen.

Unterricht. — Unterrichtskurse die nicht in den Universitäts-Laboratorien während der Unterrichtszeit gegeben werden können mit von der Universität beurkundeten Unterstützungen.

Folgende Kurse werden gehalten:

1. Elementararbeiten. Die Klasse sammelt, konserviert und studiert eine Reihe von Tieren. Besonders werden die Süßwasserformen, ihre Korrelation und Anpassung berücksichtigt. Ganze Tage sollen für Sammelexkursionen, Laboratoriumsarbeiten und Vorträge in Anspruch genommen werden und am Samstag sind Privatarbeiten festgesetzt. Keine spezielle Vorbereitung ist nötig.

2. Embryologie und Lebensgeschichte von Fischen und anderen Lokalformen.

3. Spezielle Erforschung der Veränderungen der nicht wandernden Wirbeltiere und Studium der physikalischen und biologischen Lebensbedingungen im Wawasee.

Während des zweiten und dritten Jahres wurde eine Anzahl nördlicher Seen vermessen und deren Pläne angefertigt. Zur Publikation gelangten eine allgemeine Beschreibung der Fauna des Turkeysees. Ein sehr großes Material wurde gesammelt um den Wechsel im Verlaufe des Jahres darzustellen, die Ursachen und das Ergebnis des züchtenden Kampfes ums Dasein, des Verschwindens der Formen zu erkennen. Zwei Arbeiten über Variabilität sind erschienen, aber das meiste Material ist noch zu untersuchen.

Später wird die Winona-Gesellschaft zwei Gebäude von 20 : 75 Fuß, zwei Stockwerke hoch am Ufer des Adler oder Winonasees im Indianastaat, 18 Meilen von der Wawastation entfernt, errichten lassen. Dieser

Digitized by Google

Adlersee war in erster Linie in Aussicht genommen, weil aber kein Wohnhaus vorhanden war, aufgegeben worden. Der Universitätsschatz bewilligte 1000 $ für dauernde Ausrüstung dieser neuen Station. Im Jahre 1899 wird sie bezogen werden können. Außer Laboratorien für Bakteriologie, Physiologie, Embryologie, Zoologie und Botanik sollen etwa 12 kleinere Räume für Lehrer und Naturforscher auf Besuch, welche die dargebotenen Einrichtungen benutzen wollen, erstellt werden. Unterrichtskurse sollen in den genannten Disziplinen gehalten werden. Das Studium der Variabilität soll fortgesetzt und andere Probleme angereiht werden. Ein solches wird die Aufzucht von Höhlentieren am Licht sein.

Biologische Station Illinois.

Seit einer Reihe von Jahren wurden unter der Leitung des Staatslaboratoriums für Naturgeschichte mit der Natural History Survey unter der Direktion von Herrn Prof. S. A. Forbes die Erforschung des Lebens der Flüsse und Seen unternommen. Von Zeit zu Zeit sandte man biologische Expeditionen auf temporäre Stationen z. B. am Mississippi. Aber es war noch keine permanente Station gegründet, erst im April 1894 erfolgte die Installation und Eröffnung eines solchen Institutes am Illinoisfluss bei Havanna, in Verbindung und mit Unterstützung des Staatslaboratoriums für Naturgeschichte und der Universität Illinois. Für die Ausrüstung wurden 1800 $ ausgesetzt. Für zwei Jahre, beginnend am ersten Juli 1895, wiederholte sich diese Beitragsunterstützung im Betrage von 2500 $ für Ausrüstung und 3000 $ für laufende Ausgaben. 1897 wurde der letztere Beitrag wiederholt. Weil der Gesamtbetrag vom Staatslaboratorium für Naturgeschichte dekretiert war, änderte man den Namen: Biological Experiment Station of the University of Illinois, in: Illinois Biological Station.

Von Anfang an erfreute sich die Station lebhaften Interesses und ausgezeichneter Leitung durch Herrn Prof. S. A. Forbes. Mit dem 1. Juli 1895 stand die Station unter direkter Leitung von Herrn Prof. Frank Smith, seit diesem Zeitpunkt war die Thätigkeit der Anstalt in Händen des gegenwärtigen Superintendenten.

Die Station besteht aus einem schwimmenden Laboratorium in einem Bootshaus mit 20 : 60 Fuß Bodenfläche, gut erhellt und ventiliert, mit zwei Privatlaboratorien, einem Hauptlaboratorium, einem Vorratsraum und einer Küche. Im Centrum des größern Laboratoriums steht eine lange Rinne für Aquarien von einem höherstehenden Reservoir gespiesen. Die Laboratoriumstische sehen Arbeitsplätze für zwanzig Personen vor. Ein Dampfboot gestattet 17 Personen den Besuch der verschiedenen Sammelstellen und noch 6 Ruderboote begünstigen die Bearbeitung des Wirkungsfeldes. Die Station ist mit gewöhnlichen Netzen, Schlagnetzen verschiedener Arten für das Sammeln von Fischen und andern Wasserwirbeltieren ausgestattet, ferner mit einer Fanglaterne, entomologischen Netzen, mit einer großen Zahl Züchtungsapparaten für Aufzucht der Larven der Insekten, mit Dredgen, Sieben, Tiefnetzen, Birge's Netzen für Grund- und Haldenuntersuchung, mit Schwebnetzen, Planktonnetzen, Planktonpumpen, Centrifugalpumpe und Zählmaschinen für qualitative und quantitative Bestimmung des Planktons. Ebenso besitzt es Aquarien, zahlreiche Glas-

Digitized by Google

waaren und Reagentien. Bei ausgedehnten Sommerforschungen wird sie noch weiter durch das biologische Laboratorium der Universität bedacht.

Die Bibliothek des Staatslaboratoriums ist außergewöhnlich vollständig über Süßwasser-Flora und -Fauna und steht der biologischen Station zur Verfügung. Die leitenden Monographien und zahlreiche verstreute Schriften über Protozoen, Rotiferen, Oligochaeten, Entomostraken und Wasserinsekten sind vorhanden. Systematische und Faunistische Arbeiten über diese Gruppen werden besonders auch erleichtert durch die große Zahl von Sammlungen im Besitze des Staatslaboratoriums aus den Gewässern des Staates Illinois und aus anderen Teilen des Kontinentes. Auch eine Sammlung europäischer Entomostraken von den bekannten Autoritäten: Sars, Schmeil, Lilljeborg und Poppe bewahrt das Laboratorium, die zur Sicherstellung der Synonymie und der Erkennung und Aufstellung guter amerikanischer Species von großem Werte sich bekunden, sowie als Basis für Vergleichung ähnlicher Formen und Varietäten beider Kontinente unentbehrlich sind.

Das Forschungsgebiet der Station bildet der Illinoisfluss und die ihm angehörenden Gewässer. Nach Ansicht der Geologen dürfte der Illinoisfluss mit seinen Ausbuchtungen der frühere Ablauf des Michigansees repräsentieren. Die gegenwärtige Wasserfläche ist nur wenig über dem Flussbett und überläuft sehr oft. Das Gefälle des Flusses ist sehr gering, etwa 30 Fuß auf 225 Meilen und zu Zeiten des Hochwassers bemisst sich das überschwemmte Gebiet auf mehr als 700 Quadratmeilen. Mehr als 56 Quadratmeilen des Forschungsgebietes der Station wird durch Hochwasser bedeckt. Nur 17 Quadratmeilen gehören dem Fluss, den Seen, Buchten und permanenten Sümpfen des normalen Wasserstandes an. Der höchste bei Havanna bekannte Pegelstand maß 18 Fuß und 16 Fuß ist aber im Frühling und Frühsommer nicht außergewöhnlich. Dank der Dämme entstehen am Fluss eine Serie fast ruhender Wasseransammlungen. In dieser Weise bietet das Flussgebiet im Verlaufe des Jahres außerordentlich mannigfaltige Bedingungen. Bei hohem Wasser ist es ein großes Becken, nach Rückgang des Wasserspiegels bleiben eine Anzahl getrennter, charakteristischer verschiedener Wassergebiete, die wesentlich verschiedene Flora und Fauna beherbergen. Bei niederem Wasserstande liegen dann im Umkreis der Station eine große Zahl Wasserbecken differierenden Charakters und differierter Beständigkeit, wodurch die zu lösenden Probleme der Station sehr mannigfaltiger Art sind.

Die Fruchtbarkeit des Ueberschwemmungsbassins des Flusses, die reichliche Nahrung die in den Fluss gelangt und reicher Alluvialboden der Buchten begünstigen das Wachstum der Wasservegetation. Bei niedrigem Wasserstand erfüllt ein übermäßiges Wachstum von *Ceratophyllum* manchen See und wächst zu Zeiten sogar über den Fluss. *Nelumbium, Nymphaea, Lemna, Wolffia* und *Axolla* trifft man in reicher Fülle. Wasserblüten von *Euglena, Carteria, Anabaena, Clathrocystis* treten auf. Das pelagische Leben giebt sich ebenfalls als sehr reich an Individuen und Species zu erkennen, der Gehalt eines Kubikmeters überschreitet manchmal Alles schon Beschriebene. Flora und Fauna sind ausgezeichnet an Fülle und Mannigfaltigkeit. Es bedurfte keiner besonderen Anstrengung um Listen von 100 Protozoen und ebenso viel Rotatorien aufzustellen. Der Spoon- oder Löffelfluss war längst wegen seines Reichtums an Unio-

niden bekannt, deren 30 Species in der Nähe von Havanna vorkommen; außer diesen kennt man 35 andere Wassermollusken, große Einschaler. Durch die Forschungen von Herrn Prof. Smith wurden über 30 Oligochaeten gefunden mit Einschluss einer Anzahl neuer interessanter Formen. An Wasserinsekten liefert das Verzeichnis über 350 Species aus dem Gebiet von Havanna. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Fauna besteht in der Anwesenheit zoologischer Seltenheiten, die soweit die bisherigen Kenntnisse gehen auf Nord-Amerika begrenzt sind, z. B. *Urnatella*, *Lophopus* unter den Bryozoen und *Trochosphaera* unter den Rotatorien.

Die wesentlichsten Ziele und allgemeinen Methoden der Illinoischen Station wurden in ausgezeichneter Weise von Herrn Prof. Forbes in seinem letztjährigen Bericht dargelegt.

Im Allgemeinen ist der Zweck unserer biologischen Station: Studium der Lebensformen, Tiere und Pflanzen, in allen ihren Stadien in einem großen Flussgebiet, in welchem typische Fundgruben aufgesucht werden. Das Studium soll die Unterscheidungsmerkmale befassen, in der Näherbringung des Aehnlichen und in der Eruierung des Verschiedenen, im Feststellen des Ortsvorkommens, der allgemeinen Verbreitung und Häufigkeit, in der Bewegungsweise und Lebensart, in Darstellung der charakteristischen Eigenschaften und Lebensgeschichte, wechselseitige Verwandtschaft, gesellschaftliches Zusammenleben, Abhängigkeit unter sich, Abhängigkeit von der leblosen Umgebung, Energie der Organismen mitten in ihren Wohnorts-Existenzbedingungen. In Kürze: wir thun unser Möglichstes um das Gebiet des Wasserlebens in einem ausgedehnten Distrikt von Nord-Amerika im Allgemeinen und Speziellen zu enthüllen und zu beleuchten.

Dieses weite Feld muss im Verlaufe der Forschungen wohlweislich geteilt und Teil für Teil studiert werden und zwar in systematischer Ordnung um die Zersplitterung der Kräfte zu vermeiden und so das sichere Fortschreiten nach einem bestimmten erreichbaren Ziele zu bewahren.

Die zunächst wichtigsten Arbeitsgebiete sind repräsentiert in: Systematik, Biographie und Oekologie als Hauptleitmomenten. Beide, Systematik und biographische Biologie haben schwerwiegende selbständige Bedeutung in unserm Schema, aber beide sind nach unserm Dafürhalten für den Endzweck des Studiums: der Wechselbeziehung gesellschaftlich miteinander lebender Wasserorganismen und des Weitern für die Erkenntnis ihrer Beziehungen zum Naturganzen, die wichtigsten. Auch die Oekologie der Organismen ist in unsere Organisation und Bearbeitung unseres Werkes aufgenommen. Eine planvolle Uebersicht der Gesamt-Biologie bildet die notwendige erste Staffel und die Grundzüge der Lebensgeschichte und die Erkennung und Beschreibung der Larvenstadien ist ein ebenso notwendiges Erfordernis, denn ohne die Kenntnisse, welche uns diese Studien bringen, ist es guterdings nicht möglich irgendwelche Studien über Veränderlichkeit, Verbreitung und oekologische Beziehungen zu machen.

Die Oekologie des Illinoisflusses ist höchst kompliziert und die Schwierigkeit des Studiums vermehrt durch gewisse sehr variable und unregelmäßige Elemente seines Gebietes und seiner Umgebung. Abgesehen von solchen säkularen und mehr oder weniger unbeständigen d. h. unregelmäßigen Klima- und Wettereigentümlichkeiten, die überall bei solchen Studien in Rechnung zu ziehen sind, haben wir augenscheinlich sehr wich-

Digitized by Google

tige und komplizierte Reaktionen die durch die periodischen Pegelstände und die konsequente außergewöhnliche Ausdehnung und korrespondierende Abnahme der Wassermasse und des von ihr bedeckten Gebietes bedingt werden. In solch schwierigem Arbeitsfeld, kann mit Erfolg nicht gleich von Anfang das Gesamtleben als solches studiert werden. Einzelne Probleme können herausgewählt werden je nach Zeit und Kapazität des einzelnen Forschers. Diese Probleme eines nach dem andern bearbeitet, kann dann später zu größeren Problemlösungen führen.

Nach der gegenwärtigen Praktik stellte es sich heraus, unser Werk kann am besten mit präliminaren Studien über Systematik beginnen, um eine kritische Bearbeitung aller Mitglieder unseres Untersuchungsgebietes zu erlangen, die der schon vorhandenen Litteratur anzufügen ist; wenn möglich gleichzeitig oder parallel oder besser darauffolgend Studien: über Lebensgewohnheiten, Lebensgeschichte, lokale Verbreitung und Häufigkeit der Organismen.

Die Hauptmethoden der biologischen Stationen bestehen in Exkursionen, Laboratoriumsbeobachtungen und deren Notierung, sammeln, konservieren, qualitative und quantitative Bestimmungen, Beschreibungen, Illustrationen, Verallgemeinerungen, Experimente, Deduktionen und Berichte.

Durch begrenzte und ausdauernde Beobachtung im Freien, lernen wir zahlreiche Lebensthätigkeiten, Gewohnheiten, Aufenthaltsorte der Tiere, ihre speziellen Lebensbedingungen und viele andere Faktoren kennen, die auf anderem Wege nicht erlangt werden können und kein kleiner Bruchteil solchen Wissens ist notwendig für eine planvolle Bearbeitung spezieller und allgemeiner Probleme der Biologie.

Der Eifrige, Ausdauernde, mit Liebe zur Natur Arbeitende: der Naturforscher nach altem Muster, ist am besten als Synthetiker zu kennzeichnen; alle seine besten Eigenschaften sollen nicht nur bewahrt und geehrt, sondern auch vertieft und intensiver und mannigfaltiger verbreitert fortgepflanzt werden. Die biologische Station, geschickt und freigebig geleitet, wird dazu berufen in uns zu erneuern, was das Beste der alten Naturforscherschule war, und damit zu verbinden was als Bestes an Neuem durch die heutigen Laboratoriumsstudien errungen wird.

Mit dem Fortschritt unseres Werkes, mit der Inangriffnahme spezieller Probleme in fortgesetzter Erforschung kommt mit notwendiger Weise die experimentelle Methode in den Vordergrund. Das biologische Experiment bildet die Interpretation der Natur und wie bei jedem geschickten Experiment muss Beobachtung und Hypothese leiten. Mit uns wird das Experiment in der Oekologie vertreten. Sind gewisse Phänomene lokalen Vorkommens, relative Häufigkeit, Vergesellschaftung, Lebensgewohnheiten, Variabilität und dergleichen, in deren Ursachen ergründet, so liegt uns ob, mit kritischem und möglichst erschöpfendem Studium der Umgebung, die Materialien zur Aufstellung rationeller Hypothesen entsprechend solchen Ursachen zu verwerten und durch Experiment die Hypothesen zur Theorie zu führen. So müssen durch freie Naturbeobachtung, und Laboratoriumsbeobachtung die Bedingungen, wie sie wirklich in der Natur vorhanden sind, bekannt sein, um sie dem Experiment inne wohnen zu lassen.

Die Methode und das allgemeine Objekt dieser Arbeit entspricht näher und im Wesen derjenigen des Agrikultur-Laboratorium-Experimentes;

Digitized by Google

die Agrikulturlaboratorien sind biologische Stationen mit anderem Namen, im besonderen das experimentalphysiologische Laboratorium; weil unsere Station spezielle und allgemeine daraus hervorgehende oder darauf beruhende Probleme mit experimenteller Methode in dem Gebiet der Oekologie bezweckt, ist sie auch bei ihrer offiziellen Gründung als Biological Experiment Station getauft worden.

Da das Forschungswerk der Station noch im Anfang und erst im Werden begriffen ist, geben die Berichte vorläufig die Resultate präliminarer Erforschungen in Systematik, Faunistik und Biographie.

Publiziert sind: Ein Bericht über die Wasser-*Hymenoptera*, über einen ansehnlichen Teil der *Diptera* und *Lepidoptera* von Herrn C. A. Hart, als Fortsetzung in Vorbereitung die Odonaten und Ephemeriden. Der Zweck dieser Arbeiten zielt auf die Aufklärung der Lebensweise der Insekten, Eier, Larven, Puppen, mit Beschreibung ihres Vorkommens in den Jahreszeiten, den einzelnen Gebietsteilen, Wohnort, Ernährungsweise etc. Das Ergebnis dieser Untersuchungsrichtung enthält bisher noch unbekannte Entwicklungsstadien von 225 Species.

Die Erforschung der Oligochaeten dauerte mehrere Jahre fort, ergab unter den 30 Vertretern 2 neue Genera und 7 neue Species. Die Bearbeitung der Turbellarien unternahm Herr Woodworth, 7 Species mit 2 neuen. Herr Hempel gab einige neue Protozoen und Rotatorien bekannt und in einem Bericht wurde die Lokal- und Saison-Vertretung ergänzt. Ferner erschienen 3 Publikationen als Thesen von Universitätsstudierenden über Entomostraken zum Teil auf den Stationssammlungen basierend. Ein Bericht über Ostracoden von Nord-Amerika von Herrn E. W. Sharpe, eine Revision der nordamerikanischen *Diaptomus*-Arten schrieb Herr F. W. Schacht, über Cyclopiden Nord-Amerikas eine Arbeit Herrn E. B. Forbes und eine vierte Publikation über die restanten Centropagiden ist unter der Presse.

Die Arbeiten über das Plankton führte zur Anlegung einer großen Zahl von Sammlungen und einer Menge von Aufzeichnungen über lokales und jahreszeitliches Vorkommen. Besonders sorgfältige Beachtung wurde den Fehlerquellen in den pelagischen Methoden gewidmet und besondere Anstrengungen angewendet um die Brauchbarkeit zu sichern und eine zweckentsprechende Basis für quantitative statistische Studien der Wasserwelt zu erlangen.

Sonach war die Station vorerst für Forschungen errichtet, aber auch biologischer Unterricht wurde nicht hintangesetzt. Sobald als permanente Wohnungen bezogen werden konnten, begann der Besuch von Studierenden und Lehrern. Im Jahre 1896 benutzten sie 20. Formeller Unterricht wurde keiner erteilt, sondern jeder arbeitete nach eigenem Willen. Ein Sommerunterrichtskurs speziell für Lehrer war für 1897 planiert, kam aber nicht zur Ausführung. Im folgenden Jahre 1898 beabsichtigt die Station einen Elementarkursus und höhere Kurse in Botanik und Zoologie zu eröffnen. Es sollen diese Kurse supplementär zu den regulären Universitätsstudien sein und sollen bis zu gewisser Ausdehnung dem Bedürfnisse der Biologie-Lehrer angepasst werden. Plätze für Forscher und Studierende, welche besondere Objekte bearbeiten, wird die Station reservieren.

Digitized by Google

Für das Gelingen erfolgreicher Arbeit über das Süsswasserleben ergaben sich gewisse Richtungs- und Zielpunkte von selbst: Exaktere und verwendbarere Methoden der Planktonforschung, ebenso für Ufer- und Grundleben. Mehr Studium der Lebensgeschichte und der Lebensverhältnisse im weitesten Sinne, einschließlich exakte Beobachtungen über die Umgebung und ihre Beziehung zu den Lebensstadien; mehr experimentelle Arbeit um die Möglichkeit der Anwendung der Methoden des Studiums der Lebensverhältnisse im physiologischen Laboratorium sicher zu stellen. Vermehrung der biologischen Stationen, damit die in einer Gegend gewonnenen Schlüsse ausgedehnter angewendet und korrigiert worden können; und endlich ein biologischer Wegleiter, welcher den Wert der Lehre und praktischen Bedeutung der Oekologie als eines Wissenschaftsfeldes biologischer Lehrinstitute und als eine Warte zum Vorbild für andere darstellt.

Die Zukunft der Süsswasser-Biologie-Stationen ist geklärt, hängt nur noch von der Gründung solcher ab und ihre Probleme beruhen nicht allein auf den schon gezeigten Wegen.

In ihrer Thätigkeit glauben wir die glückliche Verbindung der Wünsche der alten Naturforscher, mit der modernen technischen Kunst logischer Forschung der Morphologen, und das andauernde Streben und Erklären der Experimentalphysiologen erzielt zu haben, eine Vereinigung die uns hoffen lässt, dass kein kleiner Teil der Lebensgeheimnisse ergründet werde. [31]

Felix Plateau, Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Etude sur le rôle de quelques organes dits vexillaires.

Extrait des mémoires de la Société Zoologique de France, T. XI, p. 339—375. Mit 4 Holzschnitten. Paris 1898.

Wenn sich jemand einmal in eine vorgefasste Meinung eingelebt hat, ist es schwierig, ihn zu bekehren. So geht es mir mit Plateau. Zwar hat er nicht einen einzigen meiner Einwände bisher widerlegt, aber er bleibt bei seiner Meinung und sucht sie in der vorliegenden Veröffentlichung von neuem zu stützen; freilich mit demselben Misserfolge wie bisher. Diesmal hat er es auf die sogenannten Schauapparate abgesehen.

Ich berichte zunächst über die in vorliegender Schrift mitgeteilten Thatsachen, die durch zahlreiche Beobachtungen erhärtet werden, und bescheinige mit Genugthuung, dass diesmal auch die nötigen Kontrolzahlen vorhanden sind, welche in den früheren Veröffentlichungen des Verfassers oft fehlten.

Salvia Horminum stand im botanischen Garten in Gent auf einem Beet von 1,50 × 1 m Fläche so dicht gedrängt, dass das ganze Rechteck von den rosafarbenen Brakteen eingenommen wurde, sowie die Aehren die Oberfläche eines Kornfeldes einnehmen. Die Blüten waren von außen nur an den Rändern des Beetes sichtbar. Die Bienen begaben sich mit sehr wenigen Ausnahmen, in denen sie zögerten oder sich täuschen ließen, unmittelbar auf die wirklichen Blüten. Schmetterlinge ließen sich hingegen öfter täuschen, ja versuchten sogar ab und zu, zwischen den Brakteen zu saugen. Ein einzeln stehender Stock der Pflanze wurde von sechs Honigbienen besucht, welche an 388 Blüten sogen, während nur ein Fall der Zögerung und einer wirklichen Täuschung vorkam.

Digitized by Google

In einem am entgegengesetzten Ende der Stadt gelegenen, 2 km in der Luftlinie vom botanischen Garten entfernten Garten des Verf. befand sich ein rundes Beet von vier Meter Durchmesser. Der Umkreis bestand aus nicht blühenden Erdbeerstauden, darauf folgte ein konzentrischer Kranz verschiedenfarbiger *Dianthus barbatus*, dann ein Kranz sie überhöhender, 1 m hoher Exemplare von *Salvia Horminum*, in der Mitte endlich eine Gruppe sehr junger *Canna indica*. Die *Salvia* wurde in diesem Garten zum erstenmal gezogen. Von den zahlreichen Insekten setzten sich 300 Schmetterlinge überhaupt nicht auf die Pflanzen des Beetes, sondern flatterten nur darüber umher, 139 Insekten verschiedener Ordnungen, worunter sich keine einzige Honigbiene befand, besuchten ausschließlich die Nelken, einige außerdem die *Salvia*, wobei *Macroglossa stellatarum* sich auf 120 Blütenbesuche (an der Nelke) fünfmal durch die Brakteen der *Salvia* täuschen ließ oder wenigstens zögerte. Ausschließlich die *Salvia* besuchten fast nur Hymenopteren, welche in den bei weitem meisten Fällen direkt auf die wirklichen Blüten zuflogen. Die wenigen hier in Betracht kommenden Schmetterlinge und Zweiflügler begingen dagegen etwa einen Irrtum pro Individuum. Einen Saugeversuch auf den Brakteen machte keine Hymenoptere.

Plateau schließt ganz richtig aus diesen Beobachtungen, dass die eigentlichen Bestäuber der *Salvia* Hymenopteren sind, wie dies ja überhaupt für die Labiaten feststeht.

Die zweite Reihe der Beobachtungen bezieht sich auf *Hydrangea hortensia*. Ihre Besucher sind ebenfalls fast ausschließlich Hymenopteren. Auch sie stürzten sich nicht auf die augenfälligen Randblüten, was sie nach Plateau thun müssten, wenn diese wirklich ein Anlockungsmittel vorstellten, sondern sie besuchten von vornherein die kleinen, fruchtbaren, zentralen Blüten. Irrtümer kamen sehr selten vor.

Die Randblüten entfalteten sich einige Tage früher als die der Mitte und waren oft auch frisch, wenn diese bereits verwelkt waren. Die Insekten besuchten die Pflanze aber nur dann, wenn die Mittelblüten aufgeblüht und frisch waren. Die sogen. gefüllten Hortensien, bei denen also sämtliche Blüten augenfällig sind, wurden fast gar nicht besucht.

Aus allen diesen Beobachtungen zieht nun Plateau den Schluss, dass die Bestäubung bei beiden Pflanzen ebenso gesichert wäre, wenn die Schauapparate fehlten.

Nun strömt bekanntlich *Salvia Horminum*, wie mehr oder weniger alle Labiaten, einen starken Duft aus und von *Hydrangea* sagt Plateau selbst, dass die nicht gefüllten Hortensien wohlriechend seien, die gefüllten hingegen nur einen sehr schwachen Duft besäßen. Der Duft geht also fast ausschließlich, bei den nicht gefüllten wohl ganz allein, von den kleinen unfruchtbaren Blüten aus, und er ist es, welcher bei beiden Pflanzen die Anlockung der Insekten aus der Ferne übernimmt. Das ist gerade nichts Neues. Ob Plateau sonst ein novum et inauditum gefunden hat, mag aus einer Anzahl von Citaten nach Hermann Müller[1]) hervorgehen:

„Dass die Blumen mit diesen ursprünglich nicht vorhandenen, sondern erst im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung neu hinzugetretenen Ausrüstungen, namentlich mit Duft und Honig, in Bezug auf Steigerung des Insektenbesuches

1) Aus „Encyclopaedie der Naturwissenschaften". Handbuch der Botanik 1. Lieferung. „Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten". Breslau 1878.

Digitized by Google

in der That weit mehr leisten als mit bloßer Augenfälligkeit als Erkennungszeichen und mit bloßem Blütenstaube als Lockspeise, giebt sich beim Vergleiche des Insektenbesuches übrigens gleich eingerichteter, in Bezug auf diese Ausrüstungen aber verschiedener Arten in unzweideutiger Weise zu erkennen". (Als Beispiel folgen *Viola odorata* und *Viola tricolor*, welche nebeneinander auf einem Beete stehen und von denen das Veilchen weit mehr besucht wird als das augenfälligere Stiefmütterchen.)

„Jedoch besteht auch die Wirkung des Blumenduftes, und wahrscheinlich auch des Blumenhonigs ebenso wie die der Blumenfarben, nicht immer bloß in gesteigerter Anlockung aller möglichen, sondern in manchen Fällen in vorwiegender oder ausschließlicher Anlockung gewisser und gleichzeitiger Abstoßung anderer Blumenbesucher". —

„Außerdem ist, wie in Bezug auf die Farben bereits im vorigen Kapitel angedeutet wurde, die verhältnismäßige Wirkung der drei genannten Anlockungsmittel (Augenfälligkeit, Duft, Honig) auf verschiedene Besucher je nach ihrem Bildungsgrade eine sehr verschiedene. Dumme, unausgebildete Blumenbesucher folgen dem äußeren Scheine und lassen sich durch auffallende Farben und Gerüche sehr wiederholt auch auf solche Blumen locken, die ihnen gar keinen Vorteil gewähren. Die einsichtigsten Besucher dagegen wissen auch aller Anlockung aus der Ferne entbehrende honigreiche Blumen aufzufinden und besuchen solche viel reichlicher als weithin sich bemerkbar machende honiglose". —

„Weit häufiger noch trifft man Blumen, welche durch bunte Farbe und Wohlgeruch zwar die verschiedensten Insekten an sich locken, aber nur den körperlich und geistig ausgebildetsten den Honiggenuss gegen Leistung der Kreuzungsvermittlung gestatten. *Melampyrum arvense* z. B. wird, wenn es frei an einem sonnigen Orte steht, im warmen Sonnenscheine von zahlreichen honigsuchenden Insekten: Käfern, Fliegen, Wanzen, Goldwespen, Schlupfwespen, Grabwespen, unausgeprägten Bienen, und selbst Schmetterlingen umschwärmt, welche sämtlich sich zeitweise setzen und an den Blütenständen umherlaufen und umhersuchen, ohne den eingeschlossenen Blütenstaub oder den tiefgeborgenen Honig aufzufinden, während unsere langrüsseligste Hummel, *Bombus hortorum*, summend von Blume zu Blume fliegt und in rascher und sicherer Bewegung den ihr allein aufbewahrten Honig einerntet".

Das alles hat H. Müller also schon gewusst und da er zu den Hauptvertretern der Blumentheorie gehört und sich durch diese Thatsachen nicht beirren lässt; so mag man daraus entnehmen, ob Plateau's neueste Beobachtungen ein Argument gegen sie liefern. In Wirklichkeit bringen sie ausschließlich Bestätigungen für sie und deshalb sind sie wertvoll. [60]

Kienitz-Gerloff.

J. Pantel, Le *Thrixion Halidayanum* Rond.[1]).

Eine außerordentlich gründliche, fleißige und umsichtige monographische Studie, die den ihr von der französischen Akademie zuerkannten Preis reichlich verdient hat. Der Verf. behandelt zuerst die äußere Morphologie der

1) Essai monographique sur les charactères, la Biologie et l'Anatomie, d'une larve parasite du groupe des Tachinaries. Par J. Pantel S. J. Mémoire couronné par l'Institut de France (prix Thore) déposé le 1. avril 1898. (Extr. d. l. „Cellule", t. XV, 1.r fascicule). Lierre et Louvain. 290 pp. curc 6 Pl.

Digitized by Google

Larve von *Thrixion* in ihren verschiedenen Stadien, dann die Biologie und Ethologie, endlich die Anatomie. Der letzte Teil ist der umfangreichste und zeigt, dass der Verf. auch mit der einschlägigen deutschen Fachlitteratur gut vertraut ist. Die 6 Doppeltafeln sind fein ausgeführt. Auf den Inhalt der Arbeit, welche auch die Aufmerksamkeit der deutschen Fachkreise auf sich lenken wird, kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei daher hier nur ein kurzes Resumé der Entwicklung und Lebensweise des Parasiten gegeben (nach p. 240 ff.).

Die Larven von *Thrixion Halidayanum* leben parasitisch in den Weibchen von Phasmiden, in Centralspanien in jenen von *Leptynia hispanica*, welche der einzige dortige Repräsentant jener Orthopterenfamilie ist. Das Ei wird von der Tachinarie an den Körper des Wirtes geklebt, mit Vorliebe an die Körperseiten. Die junge Larve bohrt sich mit ihrer Mundarmatur durch die dem Körper des Wirtes zugekehrte Wand des Eies und dann an derselben Stelle durch die Leibeswand des Wirtes, um in die Leibeshöhle desselben vorzudringen. Dort führt sie eine freie Existenz bis zur ersten Häutung, nach welcher sie sich zwischen den Eiröhren des Wirtes ansiedelt und hier eine fixierte Lebensweise beginnt, indem sie mittelst der Chitinvorsprünge der Stigmenarmatur ihres Hinterendes die Körperseite des Wirtes durchbohrt. Sie wählt hierzu mit Vorliebe die weiche Membran zwischen Bauch- und Rückenplatte. In dieser Stellung bleibt sie im Innern des Wirtes aufgehängt, ohne sie selbst bei der Häutung, welche das 2. und 3. Larvenstadium scheidet, zu verlassen. Die reife Larve bohrt sich endlich durch dieselbe Oeffnung, in welcher ihr Hinterende befestigt war, nach rückwärts hinaus und sucht einen Schlupfwinkel in der Erde zur Verpuppung. Die Bildung des Puppentönnchens vollzieht sich in wenigen Stunden. Das Ausschlüpfen der Imago erfolgt nach 10—17 Tagen.

Die direkte Wirkung dieses Parasiten auf den Wirt besteht, abgesehen von der Durchbohrung der Leibeswand, nur darin, dass er von der Blutflüssigkeit desselben sich nährt, ohne die Gewebe anzugreifen; sein Darminhalt zeigt nur Plasma und Blutkügelchen. Die passive Reaktion des Wirtes besteht in einer allgemeinen Schwächung, die in einer Atrophie der Eier sich hauptsächlich kundgiebt[1]). „Da die kleine Larve genau die Färbung und bis zu einem Grade auch die Form und selbst die Größe eines entwickelten *Leptynia*-Eies hat, und da sie sich gerade zwischen den Eiröhren ansiedelt, kann man diesen Einfluss dadurch charakterisieren, dass man ihn als eine indirekte und substitutive parasitische Kastration (Giard) bezeichnet".

1) Vergl. hiezu Fig. 18 u. 19, welche den Eierstock eines mit *Thrixion*-Larven behafteten *Leptynia*-Weibchens (18) und den eines normalen (19) abbilden.

Wasmann. [52]

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Juni 1899.** **Nr. 11.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (2. Stück). — **Heincke**, Naturgeschichte des Herings. — **Labbé**, La cytologie expérimentale.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller.**

(2. Stück.)

Die Untersuchung des Einflusses der mineralischen Nährstoffe auf die Form und die Struktur der Pflanzen hat Dassonville[1]) zum Gegenstande einlässlicher Experimente gemacht. Er befolgte dabei zwei Wege, indem er zunächst das Verhalten in Nährsalzlösungen mit dem Verhalten in destilliertem Wasser — unter sonst gleichen Bedingungen — prüft. In einer zweiten Versuchsserie begießt er die im Boden wachsenden Pflanzen mit ungleich zusammengesetzten Salzlösungen.

Die vollständige Nährsalzlösung, die zunächst zur Anwendung kam, hatte folgende Zusammensetzung: Calciumnitrat 1 g, Kaliumphosphat 0,250 g, Kaliumnitrat 0,250 g, Magnesiumsulfat 0,250 g, phosphorsaures Eisen in Spuren, Wasser 1 Liter. Es ist dies die Knop'sche Lösung.

In einer ersten Versuchsreihe verglich der Verf. die Wirkung des destillierten Wassers mit derjenigen der Knop'schen Lösungen auf Vertreter folgender Familien: Leguminosen (*Lupinus, Faba*), Gramineen (Roggen, Hafer, Korn, Mais), Polygoneen (Buchweizen), Lineen (Lein), Solaneen (Kartoffeln), Cucurbitaceen (Gurke), Euphorbiaceen (Ricinus), Urticaceen (Hanf), Compositen (Sonnenblume), Cruciferen (Senf).

In destilliertem Wasser können die meisten der angeführten Pflanzen leben. Ihre Entwicklung bleibt aber unvollständig. Man kann gleichsam

1) Dassonville, Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux in: Revue générale de Botanique, Vol. X, 1898.

Digitized by Google

sagen, dass die Pflanze in einer Periode verzögerter Lebensfähigkeit bleibt, in der sie auf die nötigen Nährstoffe wartet, um ihre Entwicklung zu vollenden. Nur bei zweien der Versuchspflanzen, bei Ricinus und Gurke, gestattet das destillierte Wasser kein längeres Leben. Sie vermögen nicht einmal die Cotyledonen auszubreiten.

In der Minerallösung dagegen entwickeln sie sich vorzüglich. Sie kommen zur Blüte, selbst zur Frucht. Während im destillierten Wasser die Wurzeln kurz bleiben, dagegen einen relativ großen Querschnitt erreichen, verlängern sie sich in der Nährsalzlösung; sie werden schlank, verzweigen sich vielfach.

Auf die Struktur macht sich folgender Einfluss geltend. Vergleicht man den Querschnitt einer *Faba*-Wurzel, die sich in destilliertem Wasser entwickelte, mit der in der Knop'schen Lösung entstandenen, dann fällt zunächst die veränderte Anordnung der analogen anatomischen Elemente auf. Durch die strahlenförmige Anordnung der primären Gefäßbündel, der sekundären Holzteile und der diesen angelagerten Bastelemente entsteht eine strahligsymmetrische Anordnung, in welcher die genannten Elemente in der Fünfzahl um das Mark angeordnet sind. Auf dem Querschnitte der in der Knop'schen Lösung entstandenen Wurzel sind die anatomischen Elemente einfach symmetrisch gelagert, indem die sekundären Holzteile so verschoben sind, dass je zwei Strahlen zu einem verschmolzen sind. Das zwischen ihnen liegende primäre Gefäßbündel ist stark reduziert, die drei anderen in die Parenchymstrahlen ragenden dagegen sind erheblich stärker entwickelt, wodurch die reguläre Anordnung, die strahlig-symmetrische, zu einer zygomorphen, einfach-symmetrischen wird. Nicht die Anordnung allein wird indessen beeinflusst, sondern auch die Beschaffenheit der einzelnen anatomischen Elemente. An den im destillierten Wasser kultivierten Individuen zeigen die Wurzeln verholzte Markzellen. Diese sind von einem Zellenring, dem Metaxylem, umgeben, dessen Elemente stark verholzt sind. Das Teilungsgewebe ist nur in der Ausdehnung des primären Bastes thätig. Die in der Knop'schen Lösung gezogenen Pflanzen sind nun vor allem dadurch ausgezeichnet, dass die Verholzung viel geringer ist. Das Teilungsgewebe erzeugt überdies sekundären Bast und sekundäres Holz nicht nur innerhalb des primären Bastes, sondern auch an den dazwischen liegenden Stellen, wodurch das so auffällig abweichende Querschnittsbild entsteht, die Verbindung zweier der fünf strahlenartigen sekundären Gefäßbündelpartien zu einer Masse, die Umwandlung des mehrfach-symmetrischen zum einfach-symmetrischen Aufbau der anatomischen Gewebeteile. Denn es entstehen nun auch aus den fünf Parenchymstrahlen 3, zwei schmälere und ein sehr breites.

In der Wurzel der Bohne bewirkt also die Salzlösung eine Herabsetzung der Verholzung der Zellwandungen der verschiedenen Gewebepartien, eine Vermehrung der Leitungselemente und eine Vergrößerung der Thätigkeit des Teilungsgewebes.

Vergleichen wir nunmehr das Verhalten des Stengels. Derselbe ist vierkantig. An den im destillierten Wasser kultivierten Exemplaren beobachtet man den Kanten gegenüber je ein Gefäßbündel ziemlicher Größe. Seiner Außenseite liegt ein Bündel sklerenchymatischer Fasern an, das auf dem Querschnitte halbmondförmig ist. Im Xylem liegen über

Digitized by Google

20 Gefäße. Parenchymatische Markstrahlen isolieren die einzelnen Gefäßbündel. Im Innern liegt in bedeutender Ausdehnung das Mark, ein parenchymatisches, dünnwandiges aus großen Zellen gebildetes Gewebe.

Die Pflanzen, die in der Knop'schen Lösung kultiviert wurden, zeigen einen 5kantigen Stengel und dementsprechend fünf kantenständige Gefäßbündel. Dieselben sind bedeutend größer als an den im destillierten Wasser kultivierten. Die übrigen Gefäßbündel sind nicht mehr, wie im vorigen Falle, isoliert, sondern zu einem Ringe vereinigt, von welchem gegen das Centrum die primären Gefäße vorspringen. An diesen Stellen liegt dem Bast außen eine Schichte sklerenchymatischer Zellen an. Im Rindengewebe der im destillierten Wasser kultivierten Individuen ist die Zahl der Zelllagen etwas größer als in den in der Knop'schen Lösung kultivierten.

Aus den Kulturergebnissen mit Hafer mögen einige die dargelegten Wirkungen ergänzende Beobachtungen erwähnt werden. Die Kultur in der Knop'schen Lösung — im folgenden soll sie kurz als KL. bezeichnet werden — ist nach gleichem Zeitraum von der Keimung an gerechnet viel kräftiger, nach dem Verlauf von 2 Monaten doppelt so stark entwickelt, wie die Kultur in destiliertem Wasser — AD. soll sie künftig heißen.

Die Wurzeln der Kultur KL zeigen einen stärker entwickelten Centralcylinder, eine Vermehrung der Zahl und der Größe der Gefäße, eine Verminderung der Sklerifikation des parenchymatischen Grundgewebes. Am Stengel beobachtet man an der Kultur KL. die Begünstigung zum Schließen des Gefäßmeristems, also auch die Vermehrung der Gefäße. Hand in Hand damit geht die Verminderung der Festigungsgewebeelemente.

Am Stengel beobachtet man an den in der KL. entstandenen Exemplaren ein aus sehr großen, dünnwandigen Zellen bestehendes Mark. Es schließt ein sehr kleines Centralgefäß ein. Das Gefäßmeristem zeigt keine Verholzung. Seine Teilungsfähigkeit behält es bei und erzeugt isolierte Gefäße, die unter sich keine Beziehung zeigen. Die jüngern liegen nach außen. Die sie trennenden Meristemzellen sind groß. Sie gleichen den Markzellen. Gleichwie deren Wände sehr dünn sind, beobachten wir auch, dass die Verholzung der Gefäße schwach ist. Die Cutinbildung der Epidermis fehlt. Wir sehen also, dass unter der Einwirkung der Knop'schen Lösung die stützenden Festigungselemente nicht zur normalen Entwicklung kommen, wodurch das Liegen des Getreides bewirkt wird.

An den im destillierten Wasser kultivierten Individuen sind starke Verholzungen zu beobachten. Die Gefäße sind klein, stark verholzt, die Epidermis stark cutinisiert.

Auch an den Blättern zeigen sich Verschiedenheiten, die unter dem Einfluss der verschiedenen Kulturen entstanden. Werden die Blätter gleicher Höhe (von oben gezählt), mit einander verglichen, dann ergiebt sich folgendes. Die Mittelregion des 2. Blattes zeigt an den im AD. erzogenen Exemplaren 7 Nerven. Der Mediannerv wird durch ein Band stark verdickter hypodermaler Zellen mit der Epidermis der oberen und unteren Seite verbunden. Die Gefäßbündelscheide wird von einem Ring sehr dünnwandiger Zellen umgeben, während alle übrigen Zellen durch starkverdünnte Wände ausgezeichnet sind. Die Epidermis ist stark cutinisiert

mit Ausnahme von blasenförmigen Zellen, die ungefähr in der Mitte zwischen den den Gefäßbündeln entsprechenden Erhebungen liegen.

Wesentlich verschieden ist der Bau der Blätter der in der K. L. kultivierten Individuen. Die Medianregion des Blattes ist 11nervig. Ueber dem Mediannerv liegen dünnwandige Zellen, während das sklerenchymatische hypodermale Gewebe nur sehr schwach entwickelt ist. Nur unterseits wird es durch eine etwas stärkere Zellenanhäufung repräsentiert, oberseits befinden sich nur 4 hypodermale Sklerenchymzellen. Die Wände der Mesophyllzellen sind mäßig verdickt. Eine Cuticularisierung wird nirgends beobachtet. Alle Epidermiszellen besitzen die Dünnwandigkeit der blasenförmigen Zellen.

Wir haben diese wenigen Beispiele etwas ausführlicher behandelt, um an bestimmten Fällen die Wirkung der Mineralsalzlösung auf die Organisation genau kennen zu lernen. Bei den zahlreichen Vertretern anderer Familien ist die Wirkung im allgemeinen eine analoge. Stets äußert sich die Wirkung der K. L. in einer Vermehrung des Gefäßapparates und einer Verzögerung der Verholzung.

Die Wirkung der einzelnen Salze wurde in der Weise geprüft, dass je zum Vergleiche kommen die Kulturen in der K. L. mit den Kulturen in der K. L. minus des in seiner Wirkung zu prüfenden Salzes. Es mag aus der ganzen Versuchsreihe ein Beispiel die Wirkung von Kaliumphosphat illustrieren. Am 12. Mai wurden Ricinussamen in Knop'scher Lösung und in K. L. ohne Kaliumphosphat kultiviert. Am 19. Juni waren folgende äußere Unterschiede zu konstatieren.

	K. L. ohne Phosphat	K. L. mit Phosphat
Länge der Hauptwurzel	0,03 m	0,30 m
„ „ Nebenwurzeln. I. Ordn.	0,015 „	0,30 „
„ „ „ II. Ordn.	0,005 „	0,30 „
Hypocotyle Axe	0,09 „	0,09 „
Epicotyle Axe	0,02 „	0,12 „
Zahl der Internodien	5	8

Kaliumphosphat vergrößert also die Dimensionen der Pflanze. Es zieht vor allem auch eine bedeutende Verlängerung des Wurzelwerkes nach sich.

Der Einfluss auf die anatomischen Verhältnisse ist folgender. Kaliumphosphat bewirkt in der Wurzel die Bildung eines Gefäßbündels im Mark. Es vermindert die Ausdehnung der Parenchymstrahlen, ruft der Entwicklung eines dicken Ringens von Sklerenchymfasern. Die Verkorkung des Endoderms, ebenso des unter der Oberfläche gelegenen Gewebes wird verzögert. Ebenso fehlt die Entwicklung von Krystallen. Die Aenderung des Zellinhaltes unter dem Einfluss des Phosphates kommt auch darin zum Ausdruck, dass bei seiner Abwesenheit Sekretkanäle im Holzteile entstehen. Ueberdies beobachtet man in diesem Falle auch, dass das parenchymatische Gewebe sehr reichlich zur Entwicklung kommt, dass ferner die Verholzung vermindert, die Verkorkung vermehrt ist.

In der hypocotylen Axe werden folgende Verhältnisse als Wirkungen des Phosphates erkannt. Die Entwicklung des Cambiums wird vermehrt, das Erscheinen von Krystallen hervorgerufen. Aehnlich ist die Wirkung im epicotylen Teil.

Digitized by Google

Die Wirkung des Magnesiumsulfates kommt, soweit sie das Wachstum betrifft, in den nachfolgenden Zahlen zum Ausdruck.

17 Tage nach der Aussaat wird folgendes beobachtet:

	K. L. mit Sulfat $^{0,25}/_{1000}$	K. L. ohne Sulfat
Länge der Hauptwurzel	10 cm	22 cm
Zahl der Nebenwurzeln. II. Ordn.	14 „	0 „
Länge der hypocotylen Axe . . .	3 „	9 „
Zustand der Cotyledonen	kaum ausgebreitet	Breit (5 cm).

Magnesiumsulfat verzögert also die Entwicklung der Pflanze.

Mit dem 20. Juli wurde der Versuch abgeschlossen, d. h. 69 Tage nach der Aussaat. Folgendes ist das Versuchsergebnis:

	K. L. mit Magnesiumsulfat $^{0,250}/_{1000}$	ohne Magnesiumsulfat
Länge der Hauptwurzel . . .	30 cm	60 cm
Mittlere Länge der Nebenwurzel	30 „	3–4 „
Länge der hypocotylen Axe .	9 „	11 „
„ „ epicotylen Axe . .	12 „	4 „
Maximallänge der Blattstiele .	10 „	6 „
Zahl der Internodien	8	7

Magnesiumsulfat wirkt nach diesen Versuchen auf die Entwicklung der Hauptwurzel nachteilig, befördert aber in außerordentlichem Maße die Entwicklung der Nebenwurzeln.

Die Struktur der Ricinuspflanzen, welche ohne Magnesiumsulfat aufwuchsen, zeigt im Gegensatz zu den in der K. L. gezogenen Individuen folgende Charaktere: Die Dimensionen der Zellen sind verringert, die Verholzung ist stark herabgesetzt, die Thätigkeit des Teilungsgewebes sehr reduziert.

Eine andere Versuchsreihe gilt der Vergleichung der Wirkung der Soda im Gegensatz zur Potasche. Versuchsobjekt ist das Korn. Es wurde also die Zusammensetzung der oben angegebenen Nährsalzlösung in der Weise modifiziert, dass an Stelle von K_2CO_3 Na_2CO_3 trat. Die Wirkung ist äußerlich die, dass anfänglich die Sodakultur schwächer ist als die Potaschekultur; aber der Stengel wird kräftiger; es kommt nicht zum Liegen des Korns. Es ist dies auf die Entwicklung eines kräftigen Stützgewebes im Halm zurückzuführen, welche bei den Potaschekulturen unterbleibt.

Eine andere Versuchsserie gilt der Bestimmung des Optimums des Kaliumphosphates, Kaliumsilicates und Kaliumnitrates in dem dem Korn gebotenen Nährsalz. Wird der Gehalt der K. L. an Kaliumphosphat auf $^{0,35}/_{1000}$ erhöht, dann sind folgende Wirkungen zu beobachten: Der Durchmesser der Wurzel wird verringert, der Centralcylinder verholzt, die Bildung von Zwischenzellräumen in der Rinde verhindert, die Zahl der absorbierenden Wurzelhaare vermehrt. Am Stengelgrund beobachtet man eine Vermehrung des Gewebes der Rinde. Das Gefäßmeristem verholzt sehr stark. Es entsteht dadurch ein sehr starkes Stützorgan.

Kaliumsilicat begünstigt das Wachstum der Pflanze. Ein Halm erreichte in der K. L. ohne Silicat eine Länge von 0,22 m mit $^{0,5}/_{1000}$ Kaliumsilicat 0,28 m, mit $^{1}/_{1000}$ 0,32 m, mit $^{2}/_{1000}$ 0,4 m. Die Einwirkung auf die Wurzeln ist wenigstens anfänglich gerade umgekehrt. Die peripherischen Gewebeelemente des Gipfels des Halmes erfahren unter

Digitized by Google

dem Einfluss der stärkeren Silicatlösung eine bedeutende Verholzung, während der Stengelgrund nicht beeinflusst wurde. Auch am hypodermischen Gewebe des Blattes geht eine stärkere Verholzung vor sich.

Die vergleichenden Versuche mit Kaliumnitrat hatten folgendes Ergebnis. Am 40. Tage hatte die Wurzel folgende mittlere Länge.

K. L. mit 0,125 g . . . 0,15 m
„ „ „ 0,250 „ . . . 0,12 „
„ „ „ 0,500 „ . . . 0,08 „
„ „ „ 1,000 „ . . . 0,08 „

Die Entwicklung der Wurzel ist der Dosis KNO_3 umgekehrt proportional.

Die Wirkung auf die oberirdischen Organe ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung:

KNO_3-Dosis	Axenlänge		Zahl der Blätter	Farbe der Blätter
	am 40. Tag	am 60. Tag	am 60. Tag	am 60. Tage
0,125 g	0,30 m	0,35 m	6	Etioliert.
0,250 „	0,30 „	0,33 „	6 oder 5	Grün, ins gelbliche überspielend.
0,500 „	0,20 „	0,25 „	5 oder 4	Grün, etwas ins gelbliche spielend.
1,000 „	0,15 „	0,17 „	4	Frischgrün.

Es ist also auch die Entwicklung der oberirdischen Pflanzenteile zur Menge der angewandten KNO_3 innerhalb gewisser Grenzen umgekehrt proportional.

Die Wirkung dieser Salze ist indessen durchaus nicht auf alle Pflanzen, die den Versuchen dienten, genau gleich. $MgSO_4$ wirkt ziemlich allgemein anfangs auf das Wachstum verzögernd ein; später ist es durchaus notwendig. K_3PO_4 ist für die Vegetation unerlässlich. Die Modifikationen der Struktur sind bald unbedeutend, meist aber nicht unwesentlich. Sie äußern sich im letzteren Falle im Unterdrücken des Markes, indem der Gefäßapparat axillär wird; ferner in der Entwicklung sklerenchymatischer Fasern, in der Verzögerung der Verholzung des Endoderms. Das Phosphat begünstigt die Entwicklung des Cambiums. Bei den Getreidearten bewirkt es die Verholzung der Halmbasis, festigt diese so, dass das Liegen der Halme nicht leicht eintreten kann. Die Nitrate sind nach den Versuchsergebnissen des Verf. in vielen Fällen durchaus notwendig für eine gedeihliche Entwicklung der Pflanze, in anderen nachteilig (?). Im Vergleich zur Soda ist die Wirkung der Potasche günstiger. Die Soda ist aber immerhin von Bedeutung für die Entwicklung der Festigungselemente langer, schlanker Axen.

Während die bisherigen Angaben sich auf die Versuchsergebnisse an Kulturen beziehen, die in Nährsalzlösungen gezogen wurden, soll im nachfolgenden über Versuchsergebnisse an Kulturen im Lande referiert werden.

Die Versuche wurden mit Buchweizen und Hanf angestellt. Die Aussaat erfolgte in kleine Versuchsparcellen von 1 qm so, dass stets die gleiche Gewichtsmenge Samen gesät wurde. Um die Wirkung eines Salzes auf die Vegetation zu prüfen, wurde die betreffende Parcelle mit der Salzlösung begossen. Um festzustellen, ob der Grad der Konzentration von Einfluss, wurden zugleich einzelne Parcellen mit ungleich starken Salzlösungen gespritzt und zwar die erste mit 3,333 g, die zweite mit 6,666 g, die dritte mit 13,332 g, die vierte mit 26,664 g des Salzes.

Digitized by Google

Die Wirkung auf das bei den verschiedenen Kulturmethoden erzielte Trockengewicht ergiebt für den Buchweizen die folgende Tabelle:

Salz	Nummer der Parcelle	Zahl der Pflanzen	Salzmenge pro Pflanze	Trockengewicht der ganzen Ernte	Trockengewicht per Pflanze	Mittel
HN_4NO_3	1	124	0,0235 g	162 g	1,467 g	1,841 g
	2	134	0,044 g	205,5 g	1,526 g	
	3	138	0,086 g	276,5 g	2,003 g	
	4	119	0,1995 g	282 g	2,369 g	
				926 g		
KNO_3	1	189	0,0145 g	248,5 g	1,310 g	1,283 g
	2	167	0,0355 g	191 g	1,143 g	
	3	216	0,05 g	270 g	1,250 g	
	4	100	0,2376 g	144 g	1,440 g	
				853,5 g		
$MgSO_4$	1	178	0,0154 g	218 g	1,2303 g	1,266 g
	2	121	0,049 g	201 g	1,636 g	
	3	148	0,0802 g	141 g	0,952 g	
	4	149	0,159 g	274 g	1,839 g	
				834 g		
$CaSO_4$	1	181	0,0151 g	251 g	1,386 g	1,222 g
	2	140	0,042 g	117,5 g	0,839 g	
	3	133	0,089 g	123 g	0,924 g	
	4	118	0,258 g	205,5 g	1.741 g	
				697 g		
$K_2C_2O_4$	1	201	0,01033 g	194 g	0,965 g	1,205 g
	2	103	0,0575 g	140 g	1,359 g	
	3	96	0,102 g	112 g	1,166 g	
	4	104	0,2315 g	138,5 g	1,331 g	
				584,5 g		
K_3PO_4	1	158	0,017 g	152 g	0,962 g	0,830 g
	2	128	0,046 g	138,5 g	1,089 g	
	3	172	0,069 g	125,5 g	0,729 g	
	4	124	0,191 g	82 g	0,661 g	
				498,0 g		
$Fe_2(PO_4)_2$	1	137	0,020 g	114 g	0,833 g	0,826 g
	2	145	0,0405 g	109 g	0,751 g	
	3	134	0,088 g	126,5 g	0,944 g	
	4	121	0,196 g	118 g	0,975 g	
				467,5 g		
ohne Salzlösung	1	83	0 g	62,5 g	0,753 g	0,7315 g
	2	93	0 g	67 g	0,720 g	
$NaNO_3$	1	187	0,0195 g	163 g	0,871 g	0,731 g
	2	176	0,0335 g	123 g	0,708 g	
	3	124	0,095 g	95,5 g	0,770 g	
	4	36	0,066 g	21 g	0'585 g	
				402,5 g		

Digitized by Google

Salz	Nummer der Parcelle	Zahl der Pflanzen	Salzmenge pro Pflanze	Trockengewicht der ganzen Ernte	Trockengewicht per Pflanze	Mittel
KCl	1	146	0,0185 g	99,5 g	0,682 g	0,568 g
	2	99	0,06 g	59,5 g	0,682 g	
	3	148	0,084 g	72,2 g	0,487 g	
	4	111	0,214 g	55,5 g	0,500 g	
				286,7 g		
NaCl	1	74	0,037 g	43 g	0,608 g	0,394 g
	2	54	0,110 g	16,5 g	0,305 g	
	3	61	0,1945 g	19 g	0,311 g	
	4	71	0,3345 g	25 g	0,352 g	
				103,5 g		

In Bezug auf die Wirkung ungleicher Mengen ein und desselben Salzes ergiebt sich: KNO_3 und $K_2C_2O_4$ wirken unabhängig vom Grade der Konzentration der Lösungen. KCl, NH_4NO_3 und $MgSO_4$ erzeugen bei einem bestimmten Konzentrationsgrad ein Maximum des Wassergehaltes in der Pflanze. In Bezug auf das Trockengewicht aber ist folgendes der Gang der Einwirkung: NH_4NO_3 übt eine befruchtende Einwirkung aus, welche mit dem Gewichte des einwirkenden Salzes zunimmt. Auch KCl wirkt mit der Gewichtszunahme in steigendem Maße ein, jedoch nachteilig. K_3PO_4 äußert eine befruchtende Einwirkung sowohl in Bezug auf die äußere Entwicklung als in Bezug auf das Trockengewicht der Pflanze. $CaSO_4$ vermehrt progressiv die Wassermenge der Pflanze, wenn man es in größer werdenden Dosen einführt. Aber diese verschiedenen Mengen riefen nicht gleichzeitig auch einer Vermehrung der Trockensubstanz.

Interessant ist ferner die Beobachtung, dass in den verschiedenen Alterszuständen der Kulturen die Wirkung ein und desselben Salzes durchaus nicht immer gleichartig ist. So ist z. B. bei der Begießung mit KCl-Lösung anfänglich die Parcelle 3 im üppigsten Zustande der Entwicklung, später die Parcelle 2, d. h. also eine konzentriertere Dosis wirkt anfänglich günstig, später weniger günstig ein.

In der Abschätzung der Wirkung der basischen und sauren Jonen der einwirkenden Salze kommt Verf. zu folgenden Ergebnis: Die K-Salze vermehren den Wassergehalt des Buchweizens. Die Wirkung der entsprechenden Natriumsalze ist stets geringer als die der K-Salze. Ca und Mg gleichen sich in ihrer Wirkung. Die Säuren lassen sich in Bezug auf das produzierte Trockengewicht in folgender Weise — vom besten zum geringeren fortschreitend — ordnen HNO_3, $H_2C_2O_4$, H_3PO_4, HCl. Salpetersäure giebt den Blättern ein besonders frisch grünes Aussehen. Die günstige Wirkung der Phosphate ist die Folge der Einwirkung der Phosphorsäure.

Doch auch diese Versuche ergeben, dass die Wirkung der Salze auch durch die Natur der Versuchspflanze bis zu einem gewissen Grade mitbedingt wird, wie die nachfolgende Zusammenstellung der Versuchsergebnisse an Hanf zeigen.

Digitized by Google

Salz	Nummer der Parcelle	Zahl der Pflanzen	Salzmenge pro Pflanze	Trockengewicht der ganzen Ernte	Trockengewicht per Pflanze	Mittel
NH_4NO_3	1	8	0,4165 g	32,3 g	4,027 g	3,896 g
	2	16	0,4165 g	56 g	3,5 g	
	3	23	1,159 g	70 g	3,043 g	
	4	27	1,975 g	135,1 g	5,005 g	
				293,4 g		
KNO_3	1	85	0,039 g	197,5 g	2,32 g	2,995 g
	2	73	0,091 g	201,5 g	2,76 g	
	3	31	0,43 g	115,1 g	3,39 g	
	4	39	0,452 g	225 g	3,81 g	
				739,1 g		
$MgSO_4$	3	30	0,444 g	39,5 g	1,647 g	2,774 g
	2	7	0,952 g	30 g	4,285 g	
	4	27	0,9935 g	72 g	2,666 g	
	1	2	1,666 g	5 g	2,5 g	
				146,5 g		
K_2PO_4	2	53	0,125 g	93,1 g	1,758 g	2,513 g
	1	19	0,175 g	35 g	1,842 g	
	3	15	0,922 g	35 g	2,333 g	
	4	23	1,159 g	95 g	4,130 g	
				278,1 g		
$CaSO_4$	1	13	0,2945 g	26,8 g	2,06 g	2,484 g
	4	59	0,4515 g	116,5 g	1,976 g	
	3	15	0,888 g	51 g	3,4 g	
	2	6	1,111 g	15 g	2,5 g	
				209,3 g		
$Fe_2(PO_4)_2$	1	26	0,128 g	58,1 g	2,234 g	2,241 g
	2	37	0,180 g	70 g	1,890 g	
	3	34	0,392 g	88,5 g	2,60 g	
	4	0	0 g	0 g	0 g	
				216,6 g		
KCl	1	96	0,0345 g	251,5 g	2,62 g	2,211 g
	2	22	0,303 g	73,2 g	3,327 g	
	3	35	0,381 g	65 g	1,859 g	
	4	50	0,583 g	52 g	1,04 g	
				441,7 g		
Ohne Salze	1	73		158 g	2,169 g	2,099 g
	2	94		190,5 g	2,03 g	
				348,5 g		
$NaNO_3$	1	73	0,0455 g	156,17 g	2,147 g	1,499 g
	2	87	0,0765 g	161 g	1,85 g	
	3	71	0,1875 g	100,8 g	1,42 g	
	4	36	0,7405 g	21 g	0,583 g	
				439,5 g		
NaCl	1	28	0,119 g	39 g	1,393 g	1,277 g
	2	51	0,1355 g	70 g	1,373 g	
	3	76	0,1755 g	85 g	1,118 g	
	4	95	0,2855 g	110,5 g	1,276 g	
				310,5 g		

Digitized by Google

Einige der Versuchsergebnisse stehen scheinbar wenigstens im Widerspruch mit den Ueberlegungen über die Art der Wirkung der Nährsalzlösungen. Wenn die Versuche ergeben, dass die im reinen Wasser, in welchem gar keine Nährsalze waren, aufgezogenen Individuen in ihren Geweben Cutinisierung, Verholzung, Sklerose zu einer Zeit zeigten, wo ähnliches an den in einer Nährsalzlösung kultivierten Exemplaren nicht zu beobachten war, dann möchte leicht die Meinung entstehen, dass unter den ungünstigen Lebensbedingungen die weitergehende Differenzierung, also eine höhere Entwicklung sich vollzogen habe, als unter den günstigeren Lebensverhältnissen. Faktisch ist aber dem doch nicht so. Vergleicht man z. B. den Bau der Wurzeln des Hafers, die unter ungleichen Bedingungen entstanden, mit einander. Die im reinen Wasser entstandene Faser besitzt ein centrales Bündel, die im Nährsalz entstandene eine größere Zahl. Das Leitungssystem wurde also unter dem Einfluss günstiger Ernährungsbedingungen entwickelter. Ueberdies ist das Bild des Wurzelquerschnittes der im dest. Wasser entwickelten Pflanze das vollendeter Entwicklung, die also jeder weiteren Differenzierung nicht mehr fähig ist. Umgekehrt ist der Charakter der in der Nährsalzlösung entstandenen Wurzel der eines Organes, das noch in der Entwicklung begriffen ist. Seine Gewebeelemente vermehren sich noch, ihre Differenzierung steht erst bevor, trotzdem sein Alter dem der im reinen Wasser erzogenen Pflanze entspricht. Der Mangel an Nahrung ließ also das eine Organ auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen bleiben; er machte das Protoplasma unfähig, neue Zellen zu erzeugen. Durch die frühzeitige Sklerose erreichte die Pflanze frühzeitig ihre definitive histologische Gestaltung. Erst später aber erreichen die gutgenährten Individuen ihre endgiltige histologische Struktur. Die Zellen bleiben hier lange jung, dünnwandig. Das Protoplasma nimmt mehr und mehr zu, bildet immer neue histologische Elemente.

So ist also die beschleunigte Sklerose nicht ein Zeichen organischer Superiorität, sondern vielmehr der Ausdruck ungünstiger Ernährungsbedingungen.

Dass unter dem Einflusse klimatischer Verhältnisse sich sehr weitgehende Abänderungen auch in der histologischen Struktur vollziehen, ist durch viele Untersuchungen dargethan worden. Durch des Verf. Versuche erhalten wir einen Einblick in ein neues Moment der Abänderung der Organisation der Pflanzen. Sie lehren uns, dass diese auch die Folge der chemischen Zusammensetzung des Bodens sein kann. Gleiche Arten werden nach der Annahme des Verf. auf kalkreichem, kieselreichem, dolomitischem, feldspatreichem etc. Boden verschiedene histologische Strukturverhältnisse erhalten. Verf. glaubt daher auch, dass verschiedene histologische Charaktere der Arten, denen man in systematisch-anatomischen Untersuchungen einen taxonomischen Wert zuerkannte, vielmehr die Bedeutung rein physiologischer Differenzen haben dürften. [27b]

(3. Stück folgt.)

Digitized by Google

Fr. Heincke, Naturgeschichte des Herings.

Kritisches Referat.

Von Georg Duncker.

Unter einem Titel, welcher das Interesse für ein enges Spezialgebiet der Zoologie vorauszusetzen scheint, hat Prof. Dr. Fr. Heincke, Direktor der biologischen Anstalt auf Helgoland, im August vorigen Jahres den ersten Teil eines Werkes veröffentlicht, das noch über die Grenzen der Zoologie hinaus eine prinzipielle wissenschaftliche Bedeutung besitzt. Dieses Ergebnis jahrzehnte langer Mühen enthält neben einer großen Menge von thatsächlichen, mittelst einer eigenartigen Methodik gewonnenen Erkenntnissen, die nicht nur für das durch den Titel bezeichnete Gebiet neu und wichtig sind, Schlussfolgerungen bedeutsamster Art, Reflexionen, welche nicht unter dem Einfluss dieser oder jener wissenschaftlichen Tagesfrage gleichsam ad hoc erzwungen sind, sondern sich dem Verf. im Verlauf seiner langwierigen und vielseitigen Untersuchungen spontan aufdrängten und schwerlich ohne Widerhall bleiben werden.

Das dem Klosterkammerpräsidenten zu Hannover, Herrn Dr. phil. W. Herwig, dem langjährigen Vorsitzenden des deutschen Seefischereivereins, gewidmete Werk wird nach seinem vollständigen Erscheinen zwei Bände Text und einen Band Tabellen und Tafeln umfassen, welche von dem genannten Verein als Band II Heft 1—3 seiner „Abhandlungen" herausgegeben werden. Bis jetzt liegen der erste Text- und der Tabellenband vor; jener umfasst CXXXVI + 128 Quartseiten, dieser enthält 198 Tabellen auf XI + 206 Seiten und 26 prächtig ausgeführte Tafeln mit 17 Seiten Erläuterungen.

Der erste, römisch paginierte Teil des Textes ist eine einführende „Uebersicht über die Methodik und die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen" und durch die umfassende Bedeutsamkeit seines Inhalts für weitere Kreise besonders interessant. Ref. glaubt ihn daher am ausführlichsten behandeln zu müssen. Naturgemäß stellen sich beim Studium eines methodisch wie inhaltlich gleich originalen Werkes hier und da Auffassungsverschiedenheiten zwischen Autor und Leser heraus. Soweit Ref. solche empfunden, wird er ihnen am Schlusse der objektiven Darstellung Ausdruck verleihen, in der letzteren selbst aber nur durch eckig eingeklammerte Zahlen auf sie hinweisen, so dass nach seinem besten Ermessen Referat und eigene Ansicht scharf getrennt bleiben. Wörtliche Citate aus Heincke's Werk sind in Anführungszeichen gestellt; typographische Hervorhebungen an denselben stammen vom Ref.

I. Allgemeiner Teil.

(Kap. I.) Das Gesamtproblem der Untersuchung wird von Heincke in folgende beiden Hauptfragen zusammengefasst:

„Bilden die Heringe der europäischen Meere einen einzigen unterschiedslosen Stamm, dessen Glieder oder Schwärme ... weite und regellose Wanderungen unternehmen? — Oder zerfällt die Species „Hering *(Clupea harengus)* in zoologisch unterscheidbare Lokalformen „oder Rassen, deren jede ein bestimmtes fest umschlossenes Wohngebiet „hat, in dem sie regelmäßige Wanderungen ausführt?"

Digitized by Google

Wenden wir uns zunächst den Thatsachen der Lebensweise des Herings zu, wie sie sich aus den Forschungen Heincke's und Anderer ergeben haben. Der Hering ist ein geselliges Herdentier, das von Geburt an in mehr oder weniger dichten Schwärmen lebt. Sein Auftreten an dieser oder jener Stelle hängt eng mit dem Auftreten der ihm zur Nahrung dienenden Planktonformen (vorwiegend Copepoden) zusammen; dennoch ist er nicht etwa an eine einzige Species solcher Wesen als Nahrung gebunden, ebensowenig wie an eine bestimmte Beschaffenheit des Meerwassers; er erträgt, immer als Species betrachtet, außerordentlich weitgehende Schwankungen des Salzgehaltes, der Temperatur etc. Im Gegensatz zu allen seinen Gattungsverwandten entwickeln sich die Eier des Herings nicht pelagisch, sondern haften einer festen Unterlage an; hierdurch wird seine Fortpflanzung von der Bodenbeschaffenheit des Laichgebietes abhängig. Im übrigen bestehen hinsichtlich des Laichgeschäftes innerhalb der Species große Verschiedenheiten: Jahreszeit und Lokalität, Temperatur, Tiefe und Salzgehalt des Wassers unterliegen in den einzelnen Fällen starken Schwankungen; nur in dem Punkte besteht eine feste Regel dass der Hering sich zur Laichzeit zu dichteren Schwärmen als sonst, zu sogen. Laichschwärmen, sammelt. Die Species als solche verhält sich also in ihren biologischen Beziehungen hochgradig variabel.

Ganz anders dagegen wird das Bild, wenn man nicht mehr die Species, sondern die bestimmte Lokalform des Herings von einem kleinen Gebiet ins Auge fasst. Hier beobachtet man die Laichschwärme alljährlich zu derselben Zeit und an denselben Stellen mit bestimmter Wasserbeschaffenheit, und die Heringsschwärme außerhalb der Laichzeit zu verschiedenen Monaten an bestimmten Punkten in Abhängigkeit von dem Auftreten bestimmter Nährtiere und im Zusammenhange mit einer bestimmten Beschaffenheit des Wassers. Berücksichtigt man jetzt, dass allein die Individuen desselben Laichschwarmes in Folge der beim Laichen unvermeidlichen Kreuzungen miteinander blutsverwandt sind, dass der Hering nur einmal im Jahre laicht und dass seine Entwicklungsdauer von der jeweiligen Wassertemperatur der an verschiedenen Gebieten verschiedenen Laichzeit abhängig[1]) ist, so liegt die Vermutung nahe, dass die Uebereinstimmung des Verhaltens des Laichschwarmes einer Lokalität und seine Verschiedenheit gegenüber den Laichschwärmen anderer Fundorte auch morphologisch an den ihn zusammensetzenden Individuen zum Ausdruck gelangen muss, dass mithin die Lokalform nicht nur ein biologischer, sondern auch ein morphologischer Begriff ist. Sofern aber ein diesbezüglicher Nachweis gelingt, so ist die Möglichkeit gegeben, eine Lokalform auch außerhalb der Laichzeit an jedem Punkte wieder zu erkennen, an dem sie sich gerade aufhält, und sie damit auf ihren etwaigen Wanderungen zu verfolgen. Als erste Aufgabe zur Lösung der von Heincke gestellten Hauptfragen ergiebt sich hieraus der Nachweis der Existenz von Lokalformen, und zwar zunächst durch Untersuchung einzelner Merkmale.

1) So z. B. erreicht der Frühjahrshering der Schley in 3—4 (Mai-Juli), der Herbsthering der westlichen Ostsee erst in 7—8 Monaten (November-Juni) das Ende des Larvenstadiums. Dabei kommt auf beide Formen, phänologisch berechnet, die gleiche Summe von Wärmekonstanten zur Erreichung dieser Entwicklungsstufe.

Digitized by Google

(Kap. II.) Diese Merkmale sind sämtlich numerische, Maße und Anzahlen; nur für solche ist eine mathematisch exakte Ausdrucksweise möglich. Die statistische Untersuchung derselben an zahlreichen Individuen, wie sie zuerst die Anthropometrie ausgeübt hat, ergiebt ihr Mittel und ihre Variabilität, zwei Resultate, die auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung von den untersuchten auf die Gesamtheit der existierenden Individuen verallgemeinert werden dürfen. Die Art und Weise nun, in welcher sich die individuellen Abweichungen eines Merkmals innerhalb einer Lokalform um sein Mittel verteilen, ist keineswegs regellos, sondern folgt dem bekannten Gauss'schen Fehlergesetz [1], welches durch Heincke folgende biologische Umschreibung erhält:

„Tier- und Pflanzenindividuen, die unter gleichen Verhältnissen leben „und in unmittelbarster Blutverwandtschaft stehen, also die Individuen „einer Lokalform oder Rasse, sind in einer beliebigen, individuell kon„stanten Körpereigenschaft nur die zufälligen Abweichungen von dem Mittel „derselben unter Annahme eines bestimmten Schwankungsgrades um dieses „Mittel. Sie verhalten sich zu einander und zu ihrem Mittel, wie die „Fehler in irgend einer Beobachtungsreihe zu der wahrscheinlichsten oder „mittleren Größe des beobachteten Objekts bei einer bestimmten Schärfe „der Beobachtungsart".

Sieht man in dem Maß der letzteren biologisch die „Schärfe, mit „der die Natur bei ihren Versuchen zur Erzeugung des wahren mittleren „Wertes einer Rasseneigenschaft verfährt", so ist der entsprechende, durch Rechnung zu bestimmende Wert (die wahrscheinliche, die mittlere oder die mittlere quadratische Abweichung vom Rassenmittel) das Maß für die Variationsbreite des Merkmals, sein Variationskoeffizient. Aus dem Variationskoeffizienten und der Zahl der untersuchten Individuen lässt sich ferner die Zuverlässigkeit des gefundenen Mittelwertes als „wahrscheinlicher Fehler" desselben bestimmen, ein Datum von hervorragender Wichtigkeit bei der Entscheidung, ob gefundene Differenzen auf Rassenverschiedenheiten oder auf Zufälligkeiten der empirischen Befunde zurückzuführen sind.

Aus dem Mittelwert und dem Variationskoeffizienten wird nach der Formel

$$y = \frac{1}{\sqrt{\nu\,\pi}}\, e^{-\frac{x^2}{\nu}}$$

die Variationskurve (natürlich nur die sogen. Normalkurve; Ref.) des Merkmals für eine beliebige Anzahl von Individuen berechnet; dieselbe giebt an, wie häufig die einzelnen individuellen Abweichungen unter diesen Individuen vorkommen. Handelt es sich nun um eine einheitliche Lokalform und um ein Merkmal, welches nicht Alters- und Geschlechtsbeeinflussungen unterliegt, so müssen die Frequenzordinaten der so gewonnenen theoretischen Kurve, welche den thatsächlich vorkommenden Abweichungen vom Mittel entsprechen, mit den direkt aus den Beobachtungen erhaltenen Frequenzen dieser Abweichungen übereinstimmen [2]. Verschiedene Lokalformen erkennt man leicht daran, dass sie in einzelnen Merkmalen nach Lage und Gestalt verschiedene Variationskurven haben, entsprechend der Verschiedenheit der Mittel, der Variationskoeffizienten oder beider. Verf. weist dies für eine Anzahl vom Alter und Geschlecht unabhängiger Merkmale (Zahlen der Wirbel, Kielschuppen und Flossenstrahlen) nach und gelangt zu folgenden, thunlichst wörtlich angeführten Ergebnissen:

Google

1. „Die Existenz von lokalen Rassen des Herings ist zweifellos „bewiesen".

2. „Die Rassen des Herings unterscheiden sich in sehr vielen und „im allgemeinen in denselben Eigenschaften von einander, in denen die „Species der Gattung *Clupea* von einander verschieden sind. Nur sind „die Unterschiede der Rassen meistens, aber nicht immer, kleiner, als die „der Species".

3. „In der Regel sind geographisch, oder besser physisch weit von „einander getrennte Rassen, die also unter sehr verschiedenen äußeren „Bedingungen leben, in gewissen Eigenschaften viel verschiedener, als „zusammenlebende. Es giebt jedoch auch Rassen und Eigenschaften, bei „denen das Gegenteil der Fall sein kann". — Die Rassen stellen also keine rein geographischen Varietäten, „Lokalformen" im üblichen Sinne dar; vielmehr können verschiedenartige Kombinationen der Lebensbedingungen in einem und demselben Gebiet

4. „die merkwürdige Erscheinung nebeneinander bestehender Saison„rassen (nicht zu verwechseln mit Saisondimorphismus! Ref.) hervorrufen, „wie es die Herbst und Frühjahrsheringe der westlichen Ostsee sind".

5. Die Rassen unterscheiden sich, wie die Species, in einer oder mehreren Eigenschaften und zwar im allgemeinen um so auffälliger, unter je verschiedeneren Bedingungen sie leben. Besonders wichtige solcher Merkmale sind Zahl und Form der Kielschuppen, Wirbelzahl und Schädelmasse; hinsichtlich letzterer z. B. kann man beim Hering so gut, wie beim Menschen, von brachycephalen und dolichocephalen Rassen sprechen.

6. „Die Rasseneigentümlichkeiten sind da, wo eine Prüfung dieser „Frage möglich war, als erbliche anzusehen". Z. B. waren die Rassenmittel des Schleyherings bei wiederholten Untersuchungen in verschiedenen Jahren dieselben [3]. Der Verf. folgert aus den übereinstimmenden Ergebnissen dieser Untersuchungen weiter, „dass die junge Brut des Schley„herings, wenn sie zur Geschlechtsreife herangewachsen ist, an den Ort „ihrer Geburt zurückzukehren pflegt, um dort zu laichen".

7. „Die Areale, die die einzelnen Rassen des Herings bewohnen und „die sie meiner Theorie nach während ihrer ganzen Lebensdauer in der „Regel nicht verlassen, sind offenbar sehr verschieden groß". So z. B. entfernen sich die Küstenheringe niemals weit von der Küste und Laichen im Frühjahr in unmittelbarer Nähe derselben an bestimmten Plätzen, unternehmen also schwerlich weite Wanderungen. Die Hochseeheringe dagegen, die im Herbst auf flachen Bänken der hohen See laichen, treten in viel größeren Schwärmen, als die Küstenheringe auf und durchstreifen weitere Gebiete.

Ist hiermit die Existenz von Lokalformen des Herings an Einzelmerkmalen zweifellos nachgewiesen, so stellt sich die schwierigere Aufgabe, die einzelnen Individuen derselben in ähnlicher Weise morphologisch zu bestimmen, wie man ihre Species bestimmen kann. Verf. erreicht dies mittelst der von ihm erfundenen Methode der kombinierten Merkmale; aus der Bestimmung der Rasse des einzelnen Stückes erwächst dann die Möglichkeit, die Richtung und Ausdehnung der Wanderzüge dieser Rasse zu erkennen.

(Kap. III.) Als Regel bezüglich der Speciesunterscheidung stellt Heincke auf, „dass, wenn zwei Individuen verschiedener Species sich in

„einer oder mehreren Eigenschaften sehr nahe kommen, ja einander völlig „gleichen, sie in anderen Eigenschaften um so verschiedener sind". Dasselbe aber gilt für Individuen verschiedener Rassen. Also nicht ein einzelnes Merkmal, sondern erst die Kombination mehrerer lässt in solchen Fällen eine Diagnose zu. Der Grund hierfür liegt wiederum in Erwägungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Man kann an einem Individuum unendlich viele Einzelmerkmale unterscheiden, von denen jedes von dem theoretischen Rassenmittel um einen eigenen Betrag abweicht. Drückt man diese Abweichungen durch die Variationskoeffizienten der einzelnen Merkmale für die Rasse, also als „relative Abweichungen" (Ref.) aus, so zeigen, nach Heincke, „die verschiedenen Eigenschaften eines Indivi„duums eine ähnliche Gruppierung in der Größe ihrer [relativen] Ab„weichungen vom Mittel, wie die verschiedenen Individuen der Rasse in „einer einzelnen Eigenschaft", d. h. auch sie folgen dem Gauss'schen Zahlengesetz: je kleiner die einzelne relative Abweichung, desto größer ihre Wahrscheinlichkeit, je größer die Einzelwahrscheinlichkeiten der Abweichungen verschiedener Eigenschaften, desto größer auch die Wahrscheinlichkeit ihrer Kombination, das Produkt jener. Als eine kürzere Umschreibung des eben citierten Satzes fügt Heincke hinzu: „Alle Eigen„schaften eines Individuums verhalten sich ähnlich, wie alle Individuen „in einer Eigenschaft". Sofern aber dieser Satz zutrifft, sind die Abweichungen der einzelnen Eigenschaften eines Individuums von ihren Mitteln von einander unabhängige Ereignisse, und ihre Kombinationen unterliegen dem Gesetz des Zufalls, der Wahrscheinlichkeitsrechnung [5].

Unter dem Bilde eines Spieles mit zahllosen Würfeln, welche die einzelnen Eigenschaften repräsentieren und so viele Seiten aufweisen, als Individuen existieren, und an denen die einzelnen Seiten mit den Quotienten der absoluten und der wahrscheinlichen Abweichungen bezeichnet sind, leitet der Verf. die Konstanz des Mittels der individuellen relativen Abweichungen ab. Dies Mittel beträgt Null, wenn die Vorzeichen der Abweichungen berücksichtigt werden, $1{,}18 = \frac{0{,}5642}{0{,}4769}$, wenn dieselben unberücksichtigt bleiben; thatsächlich wird das Mittel, wie ein ausgeführtes Beispiel zeigt, um so genauer erreicht, je mehr Eigenschaften zur Untersuchung gezogen werden. Da ferner bei sehr großer Wurfzahl die einzelnen Würfelseiten entsprechend ihrer Wahrscheinlichkeit fallen, treten die relativen Einzelabweichungen zahlreicher Eigenschaften bei verschiedenen Individuen in gleicher Häufigkeit auf, so dass die Reihen zahlenmäßig ausgedrückter, relativer Abweichungen, welche bei der Beschreibung von Individuen entstehen, nur als Permutationen von einander verschieden sind [4], und dass die Summe der Quadrate dieser *(c)* Abweichungen entsprechend dem Gauss'schen Fehlergesetz ein konstantes Minimum, $c \,.\, 2{,}19 = \frac{c}{0{,}6745^2}$, bildet. Der letztere Ausdruck bedeutet, dass diese Summe am kleinsten bleibt, wenn man die Abweichungen auf die Eigenschaftsmittel derjenigen Rasse bezieht, welcher die Individuen angehören, und dass dieselbe bei jeder anderen Beziehungsart wächst.

Hierin liegt der Schwerpunkt für die Rassendiagnose von Individuen, die an einigen Zahlenbeispielen erläutert wird. Ist ein einzelnes Stück

Digitized by Google

gegeben, so berechnet man die relativen Abweichungen desselben von den Eigenschaftsmitteln der verschiedenen in Betracht kommenden Rassen; diejenige Rasse, zu welcher berechnet jene ins Quadrat erhobenen Abweichungen die kleinste Summe bilden, ist die Rasse, welcher das Individuum angehört oder welcher es wenigstens, als Repräsentant einer neuen Rasse, am nächsten verwandt ist. Dies Ergebnis stimmt genau mit dem Satz von der Wahrscheinlichkeit der Kombinationen individueller Abweichungen überein: nennt man die Einzelwahrscheinlichkeiten der relativen Abweichungen von c verschiedenen Eigenschaften eines Individuums $y_1, y_2 \ldots y_c$, die Größe dieser Abweichungen $x_1, x_2 \ldots x_c$, so beträgt die Wahrscheinlichkeit ihrer Kombination nach dem Gauss'schen Fehlergesetz

$$y_1, y_2 \ldots y_c = \frac{1}{(2\pi)\, c_2}\, e^{-(x_1^2 + x_2^1 + \ldots x_c^2)},$$

wird also um so größer, je kleiner die Summe $(x_1^2 + x_2^1 + \ldots x_c^2)$ ist.

Durch diese Erwägungen ist das Problem im Prinzip gelöst und es ergiebt sich, dass die Individuen einer Rasse, die unter gleichen äußeren Bedingungen leben und in unmittelbarer Blutsverwandtschaft stehen, sowohl in jeder einzelnen Eigenschaft wie in der Kombination aller ihrer Eigenschaften die zufälligen Gestaltungen eines idealen Typus sind, welcher durch die Mittelwerte der betreffenden Rasse bestimmt ist. Als solche bilden ihre relativen Abweichungen nur Permutationen derselben Zahlenreihe und ergeben in der Summe ihrer Quadrate ein konstantes Minimum. Die einzelnen Mittel und Variationskoeffizienten sind der Ausdruck der gesamten Lebensbedingungen der Rasse, die Individuen der Ausdruck ihrer Schwankungen und inneren Gliederung. Eine ideale Rassenbeschreibung hat daher die Mittel, die Variations- und die Entwicklungskoeffizienten sämtlicher Eigenschaften zu umfassen, aus denen jederzeit die Individuen der Rasse rekonstruiert werden könnten. Da sämtliche Eigenschaften zu berücksichtigen unmöglich ist, so muss man sich mit der Annäherung an diese ideale Beschreibung durch Untersuchung einer thunlichst großen Zahl von Eigenschaften begnügen. Dann ermöglicht die Methode der kleinsten quadratischen Abweichungssumme kombinierter Merkmale die Rassenbestimmung sowohl eines einzelnen Individuums, wie diejenige eines Komplexes von Individuen, dessen Eigenschaftsmittel in letzterem Fall wie die individuellen Eigenschaften im ersteren zu behandeln sind. Die Bestimmung aus zahlreichen Individuen gestattet eine Beschränkung der Zahl der zu berücksichtigenden Eigenschaften.

Auf die Frage nach den Wanderungen des Herings hat die neue Methode bisher erst in einzelnen Fällen erfolgreich angewandt werden können, da es an einer erschöpfenden Kenntnis aller auch nur europäischen Heringsrassen natürlich noch mangelt. Besonderes Interesse bietet unter diesen der Fall des großen Seeherings von Bohuslän (schwedisch „hafsill"). Derselbe fehlte an der genannten Lokalität von 1808 bis Winter 1877/8; seither erscheint er im Spätherbst ausgelaicht in den Schären von Bohuslän und zieht zu Ende des Winters wieder in See. Vor 1808 wurde ebenfalls ein großer Hering („gamla sill") zu derselben Jahreszeit in Bohuslän regelmäßig gefangen. Die Rassenbestimmung des hafsill 1887 ließ einen Hochseehering der nordöstlichen Nordsee in ihm erkennen und schien Ljungmann's Ansicht, dass der hafsill auf der Jütlandsbank laiche, zu

Digitized by Google

bestätigen. Auf seine Rassenbestimmung hin unternahm Verf. im August und September 1889 eine Reise nach der Jütlandsbank mit der ausgesprochenen Absicht, daselbst den Bohuslän-Seehering in laichreifem Zustand zu finden; thatsächlich bestätigte dies Experiment die Theorie des Verf. in vollem Maße: es wurden dort laichreiche Tiere von der Rassenbeschaffenheit des Bohuslän-Seeherings in größerer Menge gefangen. 1893 jedoch focht Aurivillius dies Resultat auf den Umstand hin an, dass im Darm des hafsill ein bis dahin nur vom nordatlantischen Ozean und vom Eismeer her bekannten Pteropode, *Limacina balea*, gefunden war, woraus er schloss, dass die Fischschwärme vom Norden her eingewandert sein mussten; dagegen fand Apstein 1895 auf einer vom Februar bis Mai währenden Nordseeexpedition, dass *Limacina* im mittleren und nördlichen Teil der Nordsee fast überall vorkommt. Die Wahrscheinlichkeit der Ansicht des Verf. wächst damit in hohem Grade. — Die übrigen Beispiele betreffen die Rassenverschiedenheit des Herbst- und des Frühjahrs-Herings der westlichen Ostsee, die Rassenidentität der gelegentlich auftretenden Riesenströmlinge (sillar) mit den regelmäßig vorhandenen Strömlingen (strömingar) an der ostschwedischen Küste und eine Widerlegung von Andersson's Theorie eines alljährlich von Island kommenden Heringsschwarmes, der im Sommer und Herbst die westliche und die östliche Küste Großbritanniens bevölkere.

Zum Schluss fordert der Verf. mit Recht von seinen Gegnern, ihre Behauptung der weiten Heringswanderungen mit gleicher Exaktheit zu beweisen, wie er diesen Beweis für seine gegenteilige Ansicht führt. „Wenn man nicht weiß, wo etwas herkommt, dann lässt man es aus un„bekannten Gegenden kommen".

Ein Nachtrag des Kapitels beschäftigt sich mit den „Korrelationsstudien"[1]) des Ref. — Daraus, dass die relativen Abweichungen eines Individuums in allen seinen Eigenschaften sich ebenso, wie die relativen Abweichungen einer Eigenschaft bei allen Individuen verhalten, zieht Verf. folgenden Schluss: stellt man die erstgenannten Abweichungen als Querreihen, die letztgenannten als Längsreihen zu einem Zahlenviereck zusammen, so unterscheidet sich jede Horizontal- und jede Vertikalreihe von den übrigen nur durch die Permutation ihrer Glieder. Dann aber stehen die einzelnen Permutationen zu einander in verschiedenen Graden der Aehnlichkeit, oder, was dasselbe ist, der Korrelation, so dass verschiedene Grade der Korrelation existieren müssen. „Dass verschiedene Grade von „Korrelation der Abweichungen vorkommen, ist also gerade ein Werk „des Zufalls" [5]. Ref. hatte dagegen die Ansicht ausgesprochen, dass, wo Korrelation zwischen zwei Eigenschaften vorliege, etwas anderes, als die Gesetze der Wahrscheinlichkeit das Zusammentreffen ihrer Abweichungen zu individuellen Kombinationen regele. — „Korrelation der Abweichungen" unterscheidet der Verf. von der „wahren Korrelation" oder der „Korrelation der Mittel". Schließlich kündet er eine neue Berechnungsart des Korrelationskoeffizienten an.

(Kap. IV.) Die Zahl der von Heincke bis jetzt unterschiedenen europäischen Heringsrassen beträgt zehn, welche sich ungezwungen in zwei Hauptgruppen, die See- oder Herbstheringe und die Küsten-

1) Biolog. Centralbl., Bd. XVII, Nr. 21 S. 785—794; Nr. 22 S. 815—831.

Digitized by Google

oder Frühjahrsheringe, vereinigen lassen. Die Herbstheringe sind durch einen gestreckten Rumpf, kurzen gedrungenen Kopf und Schwanz, sowie durch eine höhere Zahl von Kielschuppen zwischen den Bauchflossen und dem After gekennzeichnet, während sich die Frühjahrsheringe in diesen Merkmalen gerade umgekehrt verhalten. Letztere zerfallen in eine südliche, der südlichen Nord- und der westlichen Ostsee angehörige und in eine nördliche Untergruppe, welche bei Schottland, im Sund, im Skagerrak, bei Rügen und in der östlichen Ostsee vorkommt.

(Kap. V.) Aehnlich, wie der Hering, tritt auch sein naher Gattungsverwandter, der Sprott (*Clupea sprattus*), in verschiedenen Lokalformen auf. Morphologisch ist diese Art vom Hering vorwiegend durch eine geringere Zahl der metameren Organe (Wirbel, Kielschuppen, Strahlen der Rücken- und Bauchflossen, Vomerzähne etc.) verschieden, biologisch besonders dadurch, dass ihre Eier sich freischwimmend entwickeln. Trotz ihrer nahen Verwandtschaft hat Verf. weder Mittelformen noch Bastarde zwischen beiden Arten jemals beobachtet, und zwar wesentlich seiner exakten Methode der Unterscheidung halber. „Dennoch sind nicht alle „Lokalformen des Herings von allen des Sprotts gleich verschieden. . . . „Man kann sich das Verhältnis beider Species zu einander veranschau„lichen, . . . wenn man sich beide als zwei . . . [räumlich getrennte] Hohl„kugeln vorstellt, deren jede eine Anzahl nach ihrer Formenverwandt„schaft angeordnete Rassen enthält . . . Die in den einander zugewandten „Hälften der Kugeln befindlichen Rassen stehen sich näher, als die in „den von einander abgewandten Hälften".

(Kap. VI.) Der Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Heringsrassen und den Lebensbedingungen ihrer Wohngebiete ist nach Heincke's Ansicht ein direkter, derart, dass jene durch diese kausal bestimmt werden. Jedoch ist die Beziehung beider keineswegs klar erkannt; nicht der einzelne Faktor der Außenwelt, wie etwa der Salzgehalt des Wassers, in welchem eine Rasse geboren wird oder dauernd lebt, prägt ihr diese oder jene morphologische Eigentümlichkeit auf — dagegen spricht das Vorkommen von Ausnahmefällen unter sonst ganz regelmäßig zu beobachtenden derartigen Beziehungen —, sondern die einstweilen unerkennbare Kombination aller Faktoren ist es, die formbestimmend wirkt. Zu diesen aber gehören neben den chemisch-physikalischen ebensosehr die biologischen und biozönotischen Lebensbedingungen. Aus diesen komplizierten Beziehungen erklärt es sich auch, dass zeitweilig mehrere Rassen an gleicher Stelle angetroffen werden, und umgekehrt, dass eine sonst ständig an bestimmter Lokalität auftretende Rasse gelegentlich daselbst völlig ausbleibt. Z. B. fanden Ekman und Pettersson, dass das Wasser des Skagerraks und seiner Nachbargebiete aus drei verschiedenen Schichten in wechselnder Aufeinanderfolge zusammengesetzt ist, die sie als den baltischen Strom (unter 30 ‰ Salzgehalt), als Bankwasser (32—33 ‰; aus der Nordsee stammend) und als ozeanisches Wasser (34 ‰) unterscheiden. Im Frühling und Sommer liegen die drei Schichten in der genannten Reihenfolge von oben nach unten zu einander, im Herbst und Winter aber versinkt der schneller abkühlende baltische Strom unter die Bankwasserschicht. Nun ist nach Ekman und Pettersson der Bohuslän-Seehering, zum Teil vielleicht, wie Aurivillius und Cleve annehmen, des darin enthaltenen Planktons halber, daran gebunden,

Digitized by Google

dass sich die Bankwasserschicht in genügender Mächtigkeit an der Oberfläche befindet. Als daher November und Dezember 1896 der baltische Strom abnormerweise das Bankwasser im Skagerrak fast ausnahmslos bedeckte, wurde diese Rasse fast gar nicht gefangen. So sind die genannten Autoren durch hydrographische, Heincke durch morphologische Untersuchungen auf ein übereinstimmendes Resultat bezw. der Heimat des Bohuslän-Seeherings geführt worden. — Als allgemeine Regel lässt sich festhalten, dass jede Heringsrasse das wärmste Wasser ihres speziellen Gebietes zum Laichen aufsucht; daher sind die Küstenheringe im allgemeinen Frühjahr- und Sommerlaicher, die Hochseeheringe Herbst- und Winterlaicher.

(Kap. VII.) So richtig der Schluss Darwin's war, dass die Species nicht konstant sind, dass sie zu allen Zeiten Umformungen erleiden, so wenig kann sich Verf. (und mit ihm heutzutage wohl die Mehrzahl der Zoologen) durch die Theorie der natürlichen Zuchtwahl als einer Erklärung jener Umformungen befriedigt fühlen. Vielmehr nimmt er, wie bereits erwähnt, eine direkte Wirkung der veränderten Lebensbedingungen als Ursache der Entstehung und Umformung der Heringsrassen an. Schon sehr geringe Veränderungen der Lebensbedingungen werden voraussichtlich umformend wirken können, und es ist wahrscheinlich, dass gelegentlich Larven, welche durch Zufall aus einem in einen anderen Bezirk verschlagen sind, einen entsprechenden Wechsel ihres Rassencharakters erleiden. Diese Möglichkeit nun wurde von Brandt als ein Einwand gegen Heincke's Annahme der Existenz bestimmter Lokalformen des Herings erhoben, insofern Larven regelmäßig durch Strömungen passiv in dieses oder jenes Gebiet befördert werden könnten, um dort im Laufe ihrer Entwicklung die Eigenschaften der für dies Gebiet charakteristischen Lokalrasse anzunehmen. Brandt gelangte zu dieser Vermutung durch faunistische Beobachtungen am Nordostseekanal. Heincke weist nach, dass eine solche Möglichkeit zwar nicht völlig ausgeschlossen, jedoch von sehr geringer Wahrscheinlichkeit ist und, sobald man sie als wesentlich für die Rassenfrage betrachtet, zu teilweise unhaltbaren Konsequenzen führt.

(Kap. VIII.) Falls die Untersuchungen des Verf. überhaupt richtige Resultate ergaben, so besitzen dieselben zugleich praktische Bedeutung. Heincke's eigenes Beispiel bewies die Möglichkeit, auf Grund wissenschaftlicher Schlussfolgerungen eine bestimmte Heringsform auf hoher See aufzufinden. Er empfiehlt daher die Dampfloggerfischerei, die durch Schnelligkeit, Vielseitigkeit und Sicherheit des Betriebes vor der Segelfischerei den Vorzug auf hoher See verdient. Zu einem dauernd erfolgreichen Fang ist die Kenntnis der Laichplätze und der Laichzeiten der einzelnen Rassen des Seeherings von großer Wichtigkeit. Eine Ueberfischung auf hoher See ist dem Verf. wenig wahrscheinlich, da der Fang mit Treibnetzen den abgelegten, am Grunde haftenden Laich nicht schädigen kann und die Laichplätze des Hochseeherings auf riffigem, der Schleppfischerei ungünstigen Boden liegen, ferner, weil die planktonische Nahrung dieses Fisches durch keine Art der Seefischerei beeinträchtigt werden kann. Dagegen sind die einmal bekannten Laichplätze des Küstenherings unter allen Umständen zu schützen und der Zugang zu ihnen offen zu erhalten,

Digitized by Google

Das letzte (IX.) Kapitel der „Uebersicht" enthält die

„Ergebnisse von allgemeinerer Bedeutung".

Hier finden sich die Anschauungen des Verf. über das descendenztheoretische Problem konzentriert. — Die Kenntnis der Variabilität ist eins der unentbehrlichen Fundamente jeder Descendenztheorie; man gelangt zu ihr durch exakte Beschreibung der wirklich vorhandenen Verschiedenheiten der organischen Individuen in Maß und Zahl. Daraus muss auch eine neue und bessere Systematik resultieren, die zugleich eine natürliche sein soll. Es existieren zahlreiche, räumlich getrennte Formen, die Individuen, welche ungleich verschieden sind und nach dem Grade ihrer Verschiedenheit in Gruppen steigender Ordnung vereinigt werden können, die in der Form ebenso scharf getrennt sind, wie die Individuen selbst: der Stamm (= die Familie), die Species, die Gattung etc. „Wie die Indi„viduen real sind, so auch" diese Gruppen. Richtig erkannt und begrifflich geschieden ergeben dieselben das natürliche System. Nun sind zwar die höheren systematischen Gruppen, die Typen und Klassen, entwicklungsgeschichtlich und vergleichend anatomisch gut bekannt, nicht aber die niederen. Heincke schlägt den entgegengesetzten Weg ein; auf Grund einer exakten Morphologie der systematischen Komplexe niederster Ordnung will er, synthetisch fortschreitend, allmählich zu den höheren gelangen. Dies Verfahren aber führt ab und an über eine Darstellung reiner Thatsachen hinaus zu descendenztheoretischen Schlüssen.

1. „Der Stamm oder die Familie (Lokalform) als systematische Gruppe erster Ordnung".

„Familie oder Stamm ist eine Gruppe von Individuen, die an dem„selben Ort unter gleichen Bedingungen in gleichen Gewohnheiten leben „und durch unmittelbare Kreuzung und Zeugung in engster Blutsverwandt„schaft stehen. . . . Morphologisch sind die einzelnen Individuen einer „Familie nur die zufälligen Gestaltungen eines idealen Typus, nämlich „des Mittels aller Individuen. . . . Alle Individuen aber weichen in der „Vereinigung aller ihrer Eigenschaften, als „Ganze" genommen, gleich „stark von dem idealen Typus der Familie ab. Sie sind die Permutationen „derselben Reihe von Abweichungen in den einzelnen Eigenschaften". „Individuell" bedeutet biologisch dasselbe, was mathematisch „zufällig" genannt wird; dies ist aber keineswegs gleich „gesetzlos", wie die Wahrscheinlichkeitslehre (Gauss'sches Fehlergesetz) zeigt. — Physiologisch ist die Familie blutsverwandt durch geschlechtliche Vermischung. Da sie unter gleichen Bedingungen und Gewohnheiten lebt, besitzt sie ein einheitliches Mittel, welches durch fortwährende Kreuzung der Abweichungen aufrecht erhalten wird; die Kreuzung (Panmixie) wirkt also als Aufhebung des Zufalls der Individualität. — „Die Summe der Quadrate der Ab„weichungen der einzelnen Eigenschaften vom idealen Typus ist bei allen „Individuen einer Familie dieselbe und zugleich ein Minimum. . . . Die „gegebenen Individuen der Familie sind also die gleichwahrscheinlichen „und zugleich die höchstwahrscheinlichen aller denkbaren Gestaltungen „des idealen Typus. Sie sind in diesem Sinne alle gleich normal". Es giebt also keine günstigen oder ungünstigen Variationen, die im Sinne der Zuchtwahl einen entscheidenden Einfluss ausüben könnten; die Lehre von solchen entspringt nur der abstrahierenden Betrachtung einzelner

Digitized by Google

Eigenschaften. Die einzelne Eigenschaft aber entscheidet nichts, sondern nur das ganze unteilbare Individuum.

2. „Die variierenden Eigenschaften der Familie".

a. „Die Individuen einer Familie sind verschieden in allen Teilen „ihres Körpers und auf allen Stufen ihrer Entwicklung". Die alte Lehre von systematischen Merkmalen verschiedenen Ranges ist falsch; auch giebt es keine ontogenetische Entwicklungsstufe, auf der die Individuen nicht verschieden sind. Zu den individuellen Differenzen innerhalb einer Familie kommen noch die Entwicklungs- oder Altersverschiedenheiten, welche oft schwierig von jenen abzugrenzen sind. Wichtig wäre es deswegen, die Zahlenverhältnisse der einzelnen Entwicklungsstufen zu bestimmten Zeitpunkten festzustellen.

b. „Die individuelle Variabilität ist weder regellos noch unbegrenzt". Nicht regellos, weil die Kombinationen der Eigenschaften der Permutationslehre und der Regel der kleinsten Quadrate unterliegen, nicht grenzenlos, weil die Zahl der Individuen notwendig eine endliche ist. Aus dem letzteren Umstande folgt auch, dass die individuelle Variation stets diskontinuierlich sein muss, da eine endliche Individuenzahl keine kontinuierliche Reihe in irgend einer Eigenschaft bilden kann.

c. „Sehr viele Forscher sind der Ansicht, dass die domestizierten „Tiere und Pflanzen eine viel größere individuelle Variabilität haben, als „freilebende Arten". Auf Grund seiner vielfachen Untersuchungen über Variabilität an freilebenden Tieren, besonders an Fischen, kann Verf. dem nicht zustimmen. Es fehlt an einem für alle Organismen giltigen Maß der Variabilität, und somit ist die Meinungsverschiedenheit nicht objektiv zu erledigen. Heincke vermutet, dass einfach die Aufmerksamkeit für domestizierte Formen größer sei, dass aber thatsächlich kein derartiger Unterschied bestehe.

d. Aus dem Gesagten ergeben sich einige Vorschriften für die exakte Beschreibung der natürlichen Familien: es sind möglichst zahlreiche Individuen aller Altersstufen zu untersuchen; der Wert der Beschreibung steigt mit der Wurzel aus der Zahl der untersuchten Individuen und mit der Zahl der untersuchten Eigenschaften; er ist umgekehrt proportional dem wahrscheinlichen Fehler der gefundenen Mittel und Variationskoeffizienten. Die Eigenschaften müssen sowohl innere, als äußere, stets aber numerische sein; das Resultat ihrer Untersuchung sind Mittel, Variationskoeffizienten, Geschlechts- und Alterskonstanten dieser Eigenschaften.

3. „Die individuelle Variabilität kein Vorgang, sondern ein Zustand".

Vielen bedeutet der Ausdruck „eine Art variiert" einen Vorgang, nämlich den Beginn der Umwandlung einer Form in eine andere. Man denkt sich dabei die natürliche Zuchtwahl in der Weise wirksam, dass sie aus den zahlreichen existierenden Variationen einige bestimmte, passende ausliest. Der Verf. dagegen sieht in der individuellen Variabilität überhaupt keinen Vorgang, sondern einen notwendigen Zustand der gesamten Familie, deren Individuen ja stets ungleich sein müssen. Seines Erachtens liefert dieselbe keinerlei Material für die natürliche Zuchtwahl; alle existierenden Individuen sind, als unteilbare Ganze betrachtet, gleich gut und möglichst gut angepasst. Die Konsequenz der natürlichen Zuchtwahl würde die Vollkommenheit der Individuen in allen einzelnen Eigenschaften sein; thatsächlich aber findet man bei der Untersuchung größerer

Digitized by Google

Mengen regelmäßig einen nicht unbeträchtlichen Prozentsatz kranker, verstümmelter oder verkrüppelter Tiere. „Die individuelle Variabilität, mag „sie noch so groß sein, ist also weder ein Beweis für die Umwandlung „der Arten, noch ein Anlass oder ein Mittel dazu. . . . Sie ist eine Funk„tion organischen Lebens überhaupt".

4. „Die Umwandlung der Familie durch direkte Einwirkung ver„änderter Lebensbedingungen".

a. „Eine Umwandlung der Familie ist nur möglich, wenn die Lebens„bedingungen sich ändern". Für jede Eigenschaft einer Familie besteht diese Umwandlung in der Vergrößerung oder Verkleinerung ihres idealen Mittels oder ihres Variationskoeffizienten oder beider gleichzeitig, oder endlich in der Entstehung von Neubildungen. Der Zuchtwahl kommt, wenn überhaupt, dabei nur eine ausrottende, keine schaffende Wirkung zu. Bei Umbildung zunächst einer einzelnen Eigenschaft erfolgt durch Veränderung der Variationskonstanten eine Verlagerung ihrer Variationskurve; gewisse Abweichungen fallen ganz weg oder werden wenigstens seltener, während andere häufiger werden oder neu auftreten. Dabei handelt es sich dann nicht um ein Ueberleben des Passendsten, sondern des Wahrscheinlichen, wie denn in der Theorie der natürlichen Zuchtwahl überhaupt die Begriffe. „Wahrscheinlichkeit" und „Nützlichkeit" verwechselt werden (z. B. bei Weismann; Ref.). Wollte man diesen Vorgang noch als eine Art von Zuchtwahl, wenn auch nicht mehr im üblichen Sinne, bezeichnen, so wird diese Bezeichnung unmöglich, sobald man berücksichtigt, dass auf Grund der „Korrelation der Mittel" niemals eine einzelne, sondern stets zahlreiche Eigenschaften gleichzeitig abgeändert werden. Die so abgeänderten Individuen bleiben bestehen, weil sie überhaupt umbildungsfähig, nicht, weil sie von allen denkbaren die passendsten sind. Die höhere Umbildungsfähigkeit findet man allerdings wahrscheinlich bei jüngeren Individuen, möglicherweise auch durch den Einfluss der Vererbung bei den Nachkommen solcher im Vergleich zu denen älterer Tiere. Dabei aber noch von Zuchtwahl zu sprechen, hat ausschließlich metaphorische Bedeutung.

b. „Unter dem umwandelnden Einfluss veränderter Lebensbedingungen „entstehen gewisse Abweichungen der Individuen von ihrem früheren Zu„stand. Sie sind bestimmt gerichtete und bei allen Individuen gleich „gerichtete Abweichungen vom mittleren Typus, im Gegensatz zu den „stets nach zwei entgegengesetzten Richtungen entwickelten und rein zu„fälligen individuellen Unterschieden. Hier gilt es also scharf zu unter„scheiden zwischen der stabilen rein zufälligen Veränderlichkeit der Familie, „die ein Zustand, und dieser neuen, bestimmt gerichteten, fortschreitenden, „die ein Vorgang ist. Ich nenne die erstere die Variabilität der Familie, „die letztere die Variation der Familie, entsprechend den begrifflichen „Unterschieden der Wörter „variabilitas" und „variatio" " [6].

Trotz dieses scharfen logischen Unterschiedes beider Begriffe ist es praktisch unmöglich, sie auseinander zu halten. Daher stammen auch die schematischen Vorstellungen von einem Kampf ums Dasein und einer natürlichen Zuchtwahl. Die Schwierigkeit der Unterscheidung ist um so größer, als die individuelle Variabilität innerhalb einer Formengemeinschaft fast stets beträchtlicher ist, als die artbildenden Differenzen der Mittel verschiedener Formen, welche sich nur langsam und in kleinen

Digitized by Google

Abstufungen herausbilden. So fallen auch die Abweichungen der individuellen Variabilität am meisten auf und haben, da sie nach entgegengesetzten Richtungen vom Mittel auftreten, zu der irrigen Lehre von den artbildenden nützlichen und schädlichen Variationen geführt. „Für mich „ist es klar, dass ein solches Operieren mit dem Kampf ums Dasein und „der natürlichen Zuchtwahl niemals eine Erklärung der Umwandlung „der Organismen und ihrer wunderbaren Anpassung ist, sondern nichts, „als ein mechanisches Rekonstruieren der organischen Formen, nach dem „man sie vorher in beliebig viele kleine und kleinste Teilchen zerlegt „hat. . . . Der Kampf ums Dasein und die Selektion sind für mich gar „keine Kräfte, sondern nur subjektive Anschauungsformen des Menschen, „mangelhafte, aus unserer sinnlichen Anschauung und unserem inneren „Empfinden hergenommene Ausdrücke für gewisse Wechselbeziehungen der „Organismen zu einander. Jener, der Kampf ums Dasein, für die all„gemeine Thatsache, dass alle Organismen entstehen, wachsen und ver„gehen, diese, die Selektion, für die besondere, dass ein bestimmter phy„sischer Zustand oder ein bestimmter Organismus unmittelbar einwirkt auf „einen andern Organismus. Beide erscheinen zwar als unmittelbare Wahr„heiten unserer sinnlichen Eindrücke von bestimmten Vorgängen in der „organischen Welt, aber sie ermöglichen deshalb noch keine Erklärung „dieser Vorgänge. Diese wird erst erreicht werden, wenn die jenen „Wirkungen zu Grunde liegenden Kräfte sämtlich nach Richtung und Maß „erkannt und begrifflich geschieden werden können".

c. „Der erste Schritt zu einer wirklichen Erklärung der Umwandlung „der organischen Formen muss das Studium ihrer Wechselwirkung unter „einander und mit den physischen Verhältnissen sein". Ein allgemeines Gesetz dieser Wechselwirkung liegt anscheinend der Thatsache zu Grunde, „dass das organische Leben an verschiedene, räumlich getrennte Herde „oder Centren gebunden ist", einerlei ob es sich um Individuen niederster Ordnung, die wirklichen Tiere und Pflanzen, oder um solche höherer Ordnung, wie Familien, Arten, Gattungen etc. handelt. — Sowie die Grenzen, welche Familien trennen, sich durch Verengerung oder Erweiterung, Neuentstehung oder Schwinden ändern, so entstehen neue Lebensbedingungen und damit neue Familien. Die Isolierung ist dabei ein wichtiger Faktor, jedoch nicht an sich, sondern insofern sie neue Lebensbedingungen bietet. Erweiterung der natürlichen Grenzen bedeutet wahrscheinlich eine Vermehrung, Verengerung derselben eine Herabsetzung der Individuenzahl der Familie. Verschwindet die zwischen zwei Familien bestehende räumliche Grenze völlig, so findet Kreuzung derselben und damit die Entstehung einer neuen Familie statt, die keineswegs der gemeinsamen Ausgangsform jener beiden Stammfamilien zu gleichen, eine Rückschlagsform zu sein braucht. Doch ist die Kreuzung zweier Familien nur möglich, so lange beide nicht zu sehr differenziert sind. Zu weitgehende Differenzierung der Stammformen mag auch die Ursache sein, weswegen so häufig die Entwicklungsfähigkeit von gelungenen Kreuzungen zwischen verschiedenen Arten bereits auf einem sehr frühen ontogenetischen Stadium aufhört. Trotz der großen Menge von untersuchten Heringen und Sprotten hat der Verf. niemals Bastarde dieser Arten gefunden und neigt überhaupt nicht dazu, Beschreibungen von Hybriden, welche nach der alten systematischen Methode ausgeführt sind, anzuerkennen. Für die sichere

Digitized by Google

Erkennung freilebender Bastarde ist s. E. die gründliche Untersuchung zweifelloser, d. h. experimentell gezüchteter, mittelst seiner Methode die Vorbedingung.

5. „Die Art oder Species".

Diese Kategorie ist erst die zweite Gruppe des natürlichen Systems. „Sie ist eine Vereinigung nächstähnlicher Stämme oder Familien. Sie ist „zugleich ein rein morphologischer Begriff, denn das früher wohl maß„gebende Kriterium der Art, dass alle ihre Individuen mit einander dauernd „fruchtbare Nachkommen erzeugen können, ist nicht aufrecht zu erhal„ten. . . . Wie die Familien stärker differenziert sind, als die Individuen „einer Familie, so sind die Arten stärker differenziert, als die Familien „derselben Species. Die Größe der Differenzierung ist das Maß für die „Breite der individualisierenden organischen Grenze, die die Gruppen des „natürlichen Systems trennt". Die sogen. Uebergänge zwischen verschiedenen Species sind meistens nur Uebergänge in einzelnen Eigenschaften und somit nichtssagend.

„Die exakte Beschreibung einer Art muss sich zusammensetzen aus „den Beschreibungen aller zu ihr gehörigen Familien und ist so lange „unvollkommen, bis diese alle bekannt sind". Da ferner häufig die Variationsgebiete mehrerer Species in einander übergreifen, so ist die Größe des jeder Species eigentümlichen und ihres gemeinsamen Teils dieser Variationsgebiete zu ermitteln [7]. Am günstigsten für die Diagnose ist die Kombination zahlreicher Eigenschaften mit möglichst kleinem gemeinsamen Variationsgebiet. Der unmethodisch angewandte, sogen. systematische Takt ist im Grunde nichts anderes als unbewusste Kombination solcher Eigenschaften.

Die Unterschiede zwischen verschiedenen Species sind im Prinzip dieselben, wie die zwischen verschiedenen Familien; nur ist der Differenzierungsgrad zwischen verschiedenen Arten, die „morphologische Lücke" zwischen ihnen, größer als diejenige zwischen verschiedenen Familien. Nicht selten allerdings unterscheiden sich Arten dadurch, dass eine von ihnen sogen. Neubildungen aufweist, die der andern fehlen, und man würde vielleicht daraus auf eine qualitative Differenz der Arten gegenüber einer quantitativen der Familien schließen können. Doch erscheint Heincke eine solche Unterscheidung nicht gerechtfertigt, da die Differenz von Null zu Eins ebensogut eine quantitative ist, wie etwa die von Eins zu Zwei; es handelt sich auch bei Neubildungen nur um die quantitative Veränderung von durch Maß und Zahl ausdrückbaren Werten. Als „Qualität" bezeichnet er die Kombination bestimmter Qualitäten.

6. „Die Entstehung der Arten aus den Familien".

A priori sind Formverwandtschaft und Blutsverwandtschaft keine identischen Begriffe; somit folgt aus der ersteren noch nicht ohne weiteres eine gemeinschaftliche Abstammung. Die Familien des Herings sind in sehr ungleichem Grade von einander verschieden; man findet zwischen ihnen alle Uebergänge von individuellen zu spezifischen Unterschieden. Hierin spricht sich der Entwicklungsgang der Species in allen seinen einzelnen Stufen aus; jedoch kann er nicht direkt beobachtet, sondern muss erschlossen werden. — Wie die Individuen, so müssen auch die Species erzeugt sein und ihre Glieder durch die äußeren Lebensbedingungen mehr und mehr differenziert werden. Zu große Spezialisierung einer

Digitized by Google

einzelnen Familie setzt ihre Anpassungsfähigkeit herab und bringt die Form bei veränderten Lebensbedingungen zum Aussterben; folglich müssen Familien, welche den Ausgangspunkt von Arten darstellen, einen weniger spezialisierten, mehr jugendlichen Charakter aufweisen. Es ist dabei sehr wohl denkbar, dass an verschiedenen Oertlichkeiten die gleichen Species aus verschiedenen Familien resultieren, in derselben Weise, wie sich aus Stämmen verschiedener Lokalitäten unabhängig von einander eine Herbst- und eine Frühjahrsrasse des Herings entwickelt hat. Eine Species kann also mehrere Wurzeln haben. Dementsprechend ist es einstweilen nicht möglich, von zwei gleichzeitig bestehenden Species die eine von der anderen als ihrer Stammform abzuleiten. Bei dem Versuch einer derartigen Ableitung lassen sowohl Häckel's biogenetisches Grundgesetz, wie die Anschauung, dass die stärker differenzierte Form zugleich die ältere sei, völlig im Stich. Das erstere trifft nicht zu, da spezifische Verschiedenheiten bereits im ersten Anfang des individuellen Lebens nachweisbar sind. Die zweite ist nicht durchführbar, sowie man nicht mehr willkürlich diese oder jene einzelne Eigenschaft, sondern sämtliche Eigenschaften gleichmäßig berücksichtigt; es stellt sich dann heraus, dass der höheren Differenzierung in einer eine geringere in der anderen entspricht.

Der Schlüssel zum Verständnis der Entstehung und der gegenseitigen Verwandtschaftsbeziehung der Arten liegt allein in der Erkenntnis der Einwirkung der Lebensbedingungen auf die Formbildung. Zu erlangen ist diese Erkenntnis nur mittelst des Experiments; ihre Vorbedingung aber ist die exakte Morphologie der Individuen, wie der Familien.

Das Litteraturverzeichnis (p. CXXVI—CXXXVI) umfasst circa 170 Nummern; neben systematischen und faunistischen Werken sowie einer reichen Speziallitteratur zur Heringsfrage enthält es auch Schriften über Variabilität und die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf ihre Untersuchung, sowie über Hydrographie und allgemeine Biologie der Nord- und Ostsee.

II. Spezieller Teil.

Der spezielle Abschnitt des Textes, über welchen Ref. kürzer hinweggehen zu dürfen glaubt, führt in sechs Kapiteln einen Teil der bisherigen Angaben weiter aus und begründet sie, soweit dies noch nicht geschehen. Er beginnt mit einer historischen Uebersicht der Heringsforschung, in welcher der Verf. vier Perioden unterscheidet. Die älteste dieser Perioden währte ziemlich genau 100 Jahre und begann mit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts; sie ist durch die Namen Dodd, Andersson, Bloch charakterisiert. Mit Nilsson's Forschungen nahm die zweite, skandinavische Periode ihren Anfang, während welcher fast ausschließlich dänische, norwegische und schwedische Forscher (Ekström, Sundevall, Malm, Kröyer, Boeck, G. O. Sars) sich mit der Heringsfrage beschäftigten. Die dritte, vorwiegend deutsch-holländisch-schottische Periode wurde durch Heincke's erste Arbeiten[1]) auf dem Gebiet der Rassenfrage des Herings eröffnet, welche wichtige Untersuchungen Ewart's, Matthew's, C. G. J. Petersen's, Hoek's im Gefolge hatten; während ihrer Dauer wurde die Existenz von zahlreichen lokalen Rassen des Herings festgestellt. Ziele und Umfang der Untersuchungen der jetzt beginnenden vierten Periode

1) Die Varietäten des Herings. 1. u. 2. Teil. 1877 u. 1881.

Digitized by Google

bestehen darin, auf Grund der bisherigen Kenntnisse und mit Hilfe einer verbesserten, in dem vorliegenden Werk zum ersten Mal angewandten Methodik solche Lokalrassen an jedem ihrer jeweiligen Aufenthaltsorte mit Sicherheit identifizieren zu können und dadurch den Schluss auf ihre Wanderungen zu ermöglichen.

Es folgt (Kap. 3) eine Darstellung der geographischen Verbreitung des Herings und des Sprotts; hierauf wendet sich Verf. der Lebensweise des Herings zu. Er unterscheidet Brut-, Jung- und Laichschwärme, die sich verhältnismäßig selten mischen, dann aber zur Laichzeit stets wieder trennen. Nach dem Ablaichen, das stets an bestimmten Oertlichkeiten erfolgt, suchen die erwachsenen Heringe solche Stellen ihres Verbreitungsgebietes auf, wo sie die meiste Nahrung finden, um den Substanzverlust zu ersetzen; dabei werden sie von der Verteilung der planktonisch lebenden kleinen Crustaceen im Meere geleitet. Man kann innerhalb der einzelnen Laichperiode einer Heringsrasse daher eine Mästungs-, eine Reife- und eine Laichzeit unterscheiden. Die Dauer der Laichperioden ist noch nicht sicher bekannt, die einjährige ist dem Verf. am wahrscheinlichsten. Die Entwicklungsdauer der Eier und Jungen ist wesentlich abhängig von der Temperatur, dagegen sehr wenig vom Salzgehalt des Wassers; dem Verlassen des Eies folgt bis zur Erreichung der definitiven Entwicklungsstufe ein Larven- und ein Uebergangsstadium, welche näher präcisiert werden. Die Dauer der Entwicklung bis zur Geschlechtsreife ist noch nicht festgestellt; vielleicht ist sie örtlich verschieden; jedenfalls werden Heringe verschiedenen Lokalformen bei verschiedener Totallänge geschlechtsreif und wachsen nach dem ersten Laichen noch lange weiter.

Die Wanderungen des Herings sind hauptsächlich als Folgen des Nahrungs- und des Fortpflanzungstriebes anzusehen. Für Brut- und Jungschwärme kommt nur der erstere, eventuell noch das Schutzbedürfnis in Betracht; wahrscheinlich aber unterliegen ihre Wanderungen vielfach auch der Gewalt lokaler, vom Winde abhängiger Meeresströmungen, und zwar um so mehr, je kleiner und schwächer die Tiere sind. Die Nahrungszüge des herangewachsenen Herings richten sich in erster Linie nach der ebenfalls von Strömungen beeinflussten Verteilung des Planktons (Aat), welche mittelst Hensen's Methode erforscht wird. Die Laichzüge endlich sind vermutlich von derjenigen Wasserbeschaffenheit (Temperatur, Salzgehalt, spezif. Gewicht) abhängig, welche von dem Hering in irgend einer Weise (Seitenlinie?) als für das Laichgeschäft der betr. Rasse am besten geeignet empfunden wird, etwa dergestalt, dass der laichreife Hering in diesem Wasser aufsteigt, sobald er es erreicht hat, und so innerhalb eines bestimmten Bezirkes immer wieder an denselben Laichplatz geführt wird. Der ausgelaichte Hering aber verlässt, soweit die Untersuchungen reichen, so schnell wie möglich den Laichplatz.

Neben den Wanderungen des Herings bestehen tägliche Schwankungen seines Aufenthaltes hinsichtlich der Tiefe. Bei grellem Licht meidet er die Oberfläche und wird mit hochstehenden Treibnetzen am besten in trüben Nächten bei leicht gekräuseltem Wasser gefangen. Sehr unruhigem Wasser weicht er aus, indem er bei Landwind die Küste, sonst die Tiefe aufsucht. Das sogen. „Stühmen", d. h. Spielen der Heringsschwärme unmittelbar an der Oberfläche, hängt aller Wahrscheinlichkeit nach, außer mit Licht- und Windverhältnissen, mit der Gleichheit der Wasser- und

Digitized by Google

der Lufttemperatur zusammen, wie sie zu gewissen Jahres- und Tageszeiten die Regel ist.

Feinde des Herings sind außer dem Menschen hauptsächlich die größeren Gadiden, zahlreiche Hai- und Walarten, Seehunde und Wasservögel; der abgelegte Laich wird von Seesternen, Krebsen und Grundfischen angegriffen. Dabei ist die Eiproduktion des Herings im Vergleich zu anderen Fischen keineswegs bedeutend (ca. 30000); andererseits seine Individuenzahl enorm, „größer als bei irgend einer anderen Fischart seines „Heimatsgebietes". Die große Individuenzahl läßt sich also nicht mit Sicherheit aus der Fortpflanzungsart ableiten; ihre Möglichkeit muss „in „erster Linie durch die Art der Heringsnahrung bedingt" sein. Interessante Phänomene ergeben die Verfolgungen des Herings durch seine natürlichen Feinde besonders an der norwegischen Küste (Sildebjerg, Sejejag, Aater).

Endlich teilt Verf. einiges aus der Lebensweise des Sprotts mit, der sich biologisch vor allem durch die Art seines Laichens vom Hering unterscheidet. Rassen mit besonderer Lebensweise finden sich auch bei dieser Art, welche bereits im Larvenstadium von Heringen gleicher Entwicklungsstufe verschieden ist. Ihre Eizahl ist kleiner als die des Herings (4—6000).

Kap. 4 bespricht die an ca. 6000 Individuen untersuchten Körperteile des Herings und die Art ihrer Untersuchung. Die berücksichtigten Merkmale sind fast ausnahmslos numerische: äußere Dimensionen des ganzen Körpers, des Kopfes, Dimensionen am Schädel, Zählungen äußerer und innerer Organe, Messungen an der Wirbelsäule und anderen inneren Organen, endlich, als nicht numerische Merkmale, Geschlecht und Entwicklungsgrad der Geschlechtsprodukte, sowie der Grad der Fettheit, im Ganzen 65 Eigenschaften, von denen ein Teil nur gelegentlich untersucht wurde. Die Messungen wurden geradlinig mit dem Tasterzirkel vorgenommen. Zählungen ergeben ziemlich fehlerfreie Resultate, während Messungen durch die Spirituskontraktion des Objekts und den persönlichen Fehler des Beobachters leiden. Die Messungsfehler werden durch Einführung sogenannter Variationsstufen eliminiert, die größer als jene zu wählen sind.

(5.) Die Gestalt jedes Individuums unterliegt nach einander der Embryonalentwicklung, der Reifeentwicklung oder Jugendveränderlichkeit und schließlich der Reifeveränderlichkeit, welche zusammen die individuelle oder Altersveränderlichkeit ergeben; davon zu unterscheiden ist die Familienveränderlichkeit oder Variabilität, welche mit der Altersveränderlichkeit gemeinsam die Veränderlichkeit des Entwicklungszyklus der Familie, die Zyklusveränderlichkeit, ausmacht. Außer diesen existiert endlich noch eine Veränderlichkeit der Generationen (phylogenetische Veränderlichkeit). Als Ausdruck des individuellen Alters wird aushilfsweise die Totallänge betrachtet. Die einzelnen Untergruppen können wiederum durch Wachstums-, resp. Ernährungsveränderlichkeit und durch sexuelle Veränderlichkeit durchkreuzt werden. Damit ist die Analyse einer bestimmten individuellen Abweichung vom Rassenmittel einer Eigenschaft auf das äußerste erschwert; sie ist eine Funktion von mehreren Variabeln. Es giebt zwar, von gewissen Altersstufen an, einzelne individuell konstante Eigenschaften, doch unterliegen weitaus die meisten einem oder allen der genannten Veränderlichkeitsfaktoren.

Digitized by Google

(6.) Die Geschlechtsveränderlichkeit scheint beim Hering sehr gering; weder die Totallänge, noch Zählungen von Wirbeln und Kielschuppen ergaben bestimmte Unterschiede; höchstens ist die seitliche Kopflänge der männlichen etwas geringer als die der weiblichen Tiere. Ueber das Zahlenverhältnis der Geschlechter kann Verf. noch keine sicheren Angaben machen.

Hinsichtlich der Altersveränderlichkeit ist die Wirbelzahl vom Beginn des Uebergangsstadiums an individuell konstant, vom Ende dieses Stadiums an auch die Zahl der Kielschuppen und der Flossenstrahlen. Die äußeren Körperdimensionen unterliegen der Altersveränderlichkeit viel länger, wenn nicht zeitlebens. Auch beim Hering, wie bei so vielen anderen Fischen, ist für das Jugendstadium Länge des Kopfes und des Schwanzes, für das Reifestadium stärkere Entwicklung des Rumpfes auf Kosten der genannten Körperregionen charakteristisch. Von diesen Veränderungen hängt die relative Stellung der Rücken- und der Bauchflosse, sowie des Afters ab; ihr Wechsel ist den Veränderungen der Totallänge wahrscheinlich proportional und bei Tieren über 100 mm geringfügig. Auf jeder Größenstufe bleiben die Altersveränderungen hinter der Familienvariabilität zurück. Die Basislänge der Rücken- und der Afterflosse ist im geschlechtsreifen Zustande nahezu konstant. Für die Altersveränderungen der genannten relativen Dimensionen lässt sich eine Konstante näherungsweise bestimmen, welche es ermöglicht, Tiere verschiedener Totallänge miteinander zu vergleichen. Bei Anwendung der Heincke'schen Formelsprache dagegen werden die Formeln der Variationsstufen durch die bei geschlechtsreifen Heringen vorgenommene „Alterskorrektion" gar nicht verändert, besitzen also eine von der Altersveränderlichkeit unabhängige Bedeutung.

Bezüglich weiterer Einzelheiten dieses ziemlich umfangreichen Schlusskapitels des ersten Bandes muss Ref. auf das Original selbst verweisen.

III. Bemerkungen des Referenten.

1. Wir wissen durch Pearson, dass das Gauss'sche Fehlergesetz nicht den einzigen Verteilungsmodus der Individuen um ein gemeinsames Mittel repräsentiert; es ist ein Spezialfall der verschiedenen möglichen, wie das Binom $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)^n$ ein solcher des Binoms $\left(\frac{p}{p+q} + \frac{q}{p+q}\right)^n$[1]).

Auch Heincke's einzelne Beispiele folgen durchaus nicht sämtlich der Normalkurve; so lassen bereits ohne nähere Berechnung ihre Zugehörigkeit zu asymmetrischen Variationskurven folgende auf Tafel XXV rot dargestellten Variationspolygone durch ihre Gestalt erkennen: Bohuslän, Kielschuppen, 78 Individuen; Schley, Kielschuppen, 330 Individuen; Schley, Wirbel zwischen Bauchflossen und After, 50 Individuen.

2. Thatsächlich ist die Uebereinstimmung in den vorliegenden Beispielen und Figuren eine recht schlechte. Zum Teil rührt dies von der bereits erwähnten einseitigen Anwendung der Normalkurve her, wesentlich jedoch von den mir unverständlichen Berechnungsfehlern seitens eines Mitarbeiters Heincke's. Z. B. ergeben sich für die Kurve der Wirbel-

1) Des Näheren s. meine Arbeit „Die Methode der Variationsstatistik". Arch f. Entwicklungsmech., Bd. 8, Heft 1, S. 111–182, 1899.

Digitized by Google

summe von 239 Schleyheringen auf p. XIX des Textbandes die Werte $w = 0{,}59505$, $m = 0{,}6758$, $q = 0{,}7968$ statt $w = 0{,}61$, $m = 0{,}72$, $q = 0{,}91$. Dass in letzteren Zahlen ein Druckfehler nicht vorliegt, geht aus der Gestalt der dargestellten Kurve selbst mit einer Symmetrieordinate von 44 % hervor, während eine solche von 50 % richtig wäre. Demgemäß stehen die den beobachteten Abweichungen entsprechenden Ordinaten der zu breiten und niedrigen Variationskurve auch in schlechter Uebereinstimmung mit den empirischen Frequenzen jener Abweichungen. Der Deckungsfehler zwischen dem empirischen und dem theoretischen Variationspolygon beträgt für die dargestellte Kurve 5,23 %, für die richtig berechnete nur 2,88 %. Die kleine Texttabelle oben auf p. XX hätte zu lauten:

			53	54	55	56	57	58		Mittel
172	Individ.	%	1	5	45	42	7	0	beobachtet	55,48
239	„	%	2	5	44	40	9	0	„	55,50
172	Individ.	%	0	8	43	42	7	0	berechnet	55,48
239	„	%	0	9	41	41	9	1	„	55,50
statt: 172	Individ.	%	1	9	42	40	8	0	berechnet	55,48
239	„	%	1	11	38	38	11	1	„	55,50

Aehnliche Rechenfehler liegen z. B. den wenig passenden graphischen Darstellungen der Tafel XXV: Bohuslän, Wirbel hinter dem After, 48 Individuen; norwegischer Frühjahrshering, Kielschuppen, 100 Individuen (richtig $q = 0{,}67$ statt $q = 0{,}57$) zu Grunde.

3. Die Frage, ob Rassenmerkmale erblich sind oder nicht, scheint mir weder durch übereinstimmende Beobachtungen verschiedener Jahre beantwortet zu sein, noch überhaupt aufgeworfen werden zu müssen. An anderen Stellen seines Werkes[1]) bringt Heincke die Rasseneigentümlichkeiten in direkte Abhängigkeit von den Lebensbedingungen der Rasse, eine Auffassung, in welcher ich ihm völlig beistimme. Dann ist für dieselben eine zureichende Ursache gefunden und die Anführung der „Vererbung" als einer solchen überflüssig. Außerdem aber ist nicht zu vergessen, dass unter „Vererbung" strenggenommen nur die Fälle der Uebereinstimmung zwischen Eltern und Nachkommen, im Gegensatz zur Uebereinstimmung der sämtlichen Individuen einer Formengemeinschaft, zusammengefasst werden; schärfer ausgedrückt, „Vererbung" wird als hypothetische Erklärung derjenigen Fälle angewandt, in denen Eigentümlichkeiten, d. h. Abweichungen vom typischen Verhalten der Formengemeinschaft, der Vorfahren ausschließlich bei ihren Nachkommen auftreten, ohne dass man für diese Fälle einen anderen Erklärungsgrund, als die rein individuelle Beziehung zwischen beiden finden könnte. Sogenannte erbliche Infektionen möchte ich nicht mit „Vererbung" erklärt wissen, ebensowenig aber auch „erbliche" Beeinflussungen durch die äußeren Lebensbedingungen.

4. Sofern die Abweichungen der Individuen in ihren verschiedenen Eigenschaften nur Permutationen derselben Zahlenreihe sein sollen, ist es notwendig, die arithmetischen Bedingungen dieser Behauptung zu untersuchen. Die erste Bedingung für Heincke's Annahme ist, dass die relativen Abweichungen der einzelnen Eigenschaften auf gewisse Haupt-

1) Kap. VI; VII; IX, 4.

Digitized by Google

werte, etwa wie 0, ± 0,5, ± 1, ± 1,5 etc. abgerundet sind; in Wirklichkeit würden sonst, bei der von Heincke[1]) später postulierten diskontinuierlichen Variation der Eigenschaften schwerlich jemals zwei genau übereinstimmende Werte für diese Abweichungen gefunden werden und damit die Anwendung der Permutationslehre überhaupt ausgeschlossen sein.

Angenommen, jene erste Bedingung sei erfüllt, so handelt es sich nicht um einfache Permutationen, sondern um solche mit Wiederholungen. Nach dem Gauss'schen Fehlergesetz nämlich ist die Wahrscheinlichkeit relativer Abweichungen um so größer, je mehr sie sich dem Wert Null nähern. Innerhalb einer Permutationsreihe müssen also die relativen Abweichungen verschiedener Größe diesem Gesetz entsprechend in ungleicher Häufigkeit vertreten sein.

Dies ist jedoch nur so lange möglich als die Zahl der unterschiedenen Eigenschaften mindestens gleich der (stets endlichen) Zahl der berücksichtigten Individuen ist. Wählt man, wie in der Praxis statistischer Untersuchungen wohl stets, die Anzahl der untersuchten Eigenschaften kleiner, als die der untersuchten Individuen, so sind für jedes Individuum auch andere Abweichungen denkbar, als die, welche in seiner Beschreibungsreihe vorkommen. Es handelt sich also bezüglich der letzteren überhaupt nicht mehr um Permutationen, sondern um Variationen mit Wiederholungen.

Die ganze Anschauungsweise besteht nur so lange zu Recht, als die Abweichungen der einzelnen Eigenschaften eines Individuums von ihren Mitteln wirklich von einander unabhängige Ereignisse sind.

5. Heincke's Sätze, die Abweichungen der verschiedenen Eigenschaften eines Individuums von ihren Rassenmitteln seien von einander unabhängige Ereignisse, und es sei gerade ein Werk des Zufalls, dass verschiedene Grade der Korrelation vorkommen, entsprechen einander. — Den letzteren Satz erläutert er an einigen Permutationsreihen von Eigenschaften, welche durch ihre größere oder geringere Aehnlichkeit verschiedene Grade der Korrelation darstellen; z. B. bei 10 Individuen

Permutation der 1. Eigenschaft:	
−5 −4 −3 −2 −1 +1 +2 +3 +4 +5	vollkommen negative Korrelation.
Permutation der 2. Eigenschaft:	
+5 +4 +3 +2 +1 −1 −2 −3 −4 −5	
Permutation der 1. Eigenschaft:	
−5 −4 −3 −2 −1 +1 +2 +3 +4 +5	sehr geringe Korrelation.
Permutation der 3. Eigenschaft:	
+1 +3 −4 −1 +2 +5 −3 +4 −5 −2	

Diese Anschauung aber träfe nur dann zu, wenn bei Untersuchung derselben Eigenschaften bei verschiedenen Rassen auch gänzlich verschiedene Grade der Aehnlichkeit ihrer Permutationen, d. i. ihrer Korrelation, gefunden wurden. Statt dessen jedoch bleibt die korrelative Beziehung homologer Eigenschaften nicht nur bei verschiedenen Rassen derselben Species, sondern selbst bei verschiedenen, verwandten Species sehr ähnlich, ja nahezu konstant: das Zusammentreffen der Permutationen ist nicht mehr zufällig. Der Grad der Aehnlichkeit der Permutationen von Abweichungen einzelner Eigenschaften, die Korrelation der letzteren, ist

1) Kap. IX, 2b.

Digitized by Google

demnach durchaus nicht immer ein Werk des Zufalls, sondern der Ausdruck der organischen Beziehungen dieser Abweichungen; diese sind in sehr vielen Fällen von einander abhängige Ereignisse. Deshalb kann auch der Satz, die Summe der quadrierten Abweichungen der Individuen von den Rassenmitteln ihrer einzelnen Eigenschaften bilde ein konstantes Minimum, nur dann richtig sein, wenn diese Eigenschaften zahlreich sind und zu einander in schwacher oder überhaupt keiner Korrelation stehen. Er ist also nur mit dieser Einschränkung giltig. — Ueber Heincke's Unterscheidung von „Korrelation der Abweichungen" und „Korrelation der Mittel" habe ich mich bereits in der „Methode der Variationsstatistik" geäußert.

6. Ich halte es für vorteilhafter, an Stelle dieser neuen, logisch durchaus gerechtfertigten Unterscheidung die ältere, von W. B. Scott[1]) eingeführte beizubehalten, da der ähnliche Klang der Heincke'schen Ausdrücke leicht zu Verwechslungen führen könnte. Scott spricht von Variation im Sinne der individuellen Variabilität Heincke's, während Variabilität hier der treffendere Ausdruck ist; von Mutation, als der phylogenetischen Formenumwandlung einer Gesamtheit von Individuen, im Sinne von Heincke's Variation. — Im übrigen braucht der umwandelnde Einfluss der veränderten Lebensbedingungen nicht notwendig eine bestimmt gerichtete Abweichung der Individuen in jeder einzelnen Eigenschaft hervorzurufen. In dem Falle von Mutation nämlich, in welchem das Mittel unverändert bleibt und nur der Variationskoeffizient beeinflusst wird, findet die Abänderung der Individuen wiederum nach zwei entgegengesetzten Richtungen statt, wie bei Variabilität.

7. Das „Variationsgebiet" oder der „Variationsumfang" der einzelnen Eigenschaft einer Species ist überhaupt nicht zu ermitteln, sondern stellt eine Variable dar, deren Größe einerseits von der charakterischen Art der individuellen Variation (dem Kurventypus und den Kurvenkonstanten), andererseits von der unbekannten Zahl der jeweils existierenden Individuen abhängt. Angaben bestimmter Grenzen der Variation einer Species und Abgrenzungen eines gemeinsamen oder eines eigentümlichen Variationsgebietes für mehrere sind daher unlogisch, sobald man die Variabilität als gesetzmäßig im Sinne der Wahrscheinlichkeitsrechnung betrachtet. cf. Biolog. Centralbl., Bd. 18, Nr. 15, S. 569—573. [34]

Alphonse Labbé, La cytologie expérimentale.

Essai de cytomécanique. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898. 187 S. 56 Fig.

Das kleine Buch stellt sich die Aufgabe, die bisherigen Ergebnisse experimenteller Forschung an den Zellen, die großenteils an schwer zugänglichen Orten veröffentlicht sind, für jüngere Forscher oder für solche, die sich in diesem ihnen ferner liegenden Gebiet nur orientieren wollen, zusammenzutragen, ja es wendet sich gewissermaßen auch an Laien, die es freilich auf ein vorher nötiges Studium von Lehrbüchern über die Zelle verweist.

Der Verfasser, ein bekannter Protozoenforscher, glaubt als solcher zu einer unparteiischen Darstellung besonders geeignet zu sein, da er die Grundlagen dieses neuen Wissenszweiges beherrsche und selbst unbeteiligt an diesen

1) Amer. Journ. Sci., Vol. 48, p. 355—374, 1894. Abstr. in Natur. Sci., Vol. 6, p. 220—221, 1895.

Digitized by Google

Untersuchungen, in keiner Weise voreingenommen sei. Er betrachtet als Ziel derselben vornehmlich die Entwicklungsmechanik oder Biomechanik im Sinne von Roux und von Y. Delage; daher hat er auch im Sinne des Untertitels das Buch mit einem Kapitel beschlossen „la différenciation cellulaire", das kaum experimentell gewonnene Ergebnisse enthält. Hier vertritt er Anschauungen über den Begriff der Zelle, über die Gesetze der Differenzierung und der Vererbung, die wohl in der Hauptsache eine geschickte Auswahl aus den zahlreichen modernen Theorien darstellen; er bekennt sich zur Theorie der Epigenese, betrachtet alle Differenzierungen als Funktion der Zeit und der äußeren Einwirkungen und legt besonderes Gewicht darauf, dass sich die Differenzierung nach ganz den gleichen Gesetzen an einzelnen Zellen, an Syncytien und an vielzelligen Geweben abspiele, dass auch die Trennung der einzelnen Zellen nichts wesentliches sei, das bestimmende dagegen die Vermehrung und Differenzierung der Zellkerne.

Die sechs vorhergehenden Kapitel behandeln die eigentliche experimentelle Cytologie nach folgenden Gesichtspunkten: künstliche Nachahmung des Baues des Protoplasmas und der karyokinetischen Figuren, physikalische und chemische Einwirkungen auf die Struktur, den Stoffwechsel und die Bewegungen der Zelle. Wechselwirkungen zwischen Kern und Cytoplasma, experimentelle Modifikationen der Zellteilung, Anpassung an die Umgebung und endlich, zum obengenannten Schlusskapitel überleitend, tropische und taktische Erscheinungen im Organismus und bei der Ontogenese. Diese Einteilung und die Anlage des ganzen Buches scheint Ref. recht glücklich. Als lobenswert scheinen ihm auch hervorzuheben das reiche alphabetische Litteraturverzeichnis, auf das fortwährend im Text durch bloße Nennung der Autoren verwiesen wird und ein kleines alphabetisches Verzeichnis der Fachausdrücke, das dieselben erläutert und die Autoren, die sie schufen, nennt; bei der Unzahl neuer termini technici, die gerade in der Biologie fortwährend geschaffen werden, ein nicht nur für populäre Darstellungen nachahmenswertes Beispiel. Dagegen ist umsomehr zu bedauern, dass die Durchführung dieses Grundplanes, wie es scheint, in flüchtiger Eile beendigt wurde. In den mittleren Kapiteln des Buches findet man zuweilen Unklarheiten im Text, die sich bis zu Widersprüchen steigern, ungenügende Erläuterung der aus andern Werken übernommenen Figuren und ähnliches. Aus den gleichen Ursachen ist wohl zu erklären, das sich in diesen selben Kapiteln, im Gegensatz zu den ersten und letzten, einzelne Partien finden, die sich fast wie eine bloße Kompilation von Excerpten lesen. Dagegen ist in den ersten Kapiteln die Absicht einer einfachen Darstellung der verschiedenen Untersuchungen und Beobachtungen und einer unparteiischen Würdigung der dadurch bestätigten und der noch strittigen Anschauungen wohl gelungen.

Zum Schlusse möchte Ref. noch Einspruch erheben dagegen, dass der Verf. aus zwei ihm wohl fernerliegenden Gebieten Anschauungen ohne Widerspruch angeführt hat, die nur von einem sehr kleinen Teil der berufenen Forscher geteilt und von den meisten mit sehr gewichtigen Gründen bestritten werden[1]). W. [59]

---

1) Es handelt sich einmal um Grawitz „Schlummerzellentheorie", nach welcher bei Entzündungen am Wirbeltierkörper in dem Bindegewebe vorher in keiner Weise mehr als Zellen darzustellende Bindegewebsfasern „aufwachen", einen Kern neubilden und so sich zu wenig differenzierten Mesodermzellen zurückbilden sollen; etwas vorsichtiger citiert L. mit einem „d'après" die Anschauung van Gehuchten's und seiner Schüler über den Bau der Muskelfasern, nach welcher die kontraktile Substanz ein Netzwerk darstellen soll: bekanntlich betrachtet van Geh. gerade das als kontraktile Substanz, was alle anderen berufenen Histologen teils für fast flüssige Zwischensubstanz zwischen den Fibrillen, teils für einfachbrechende Zwischenstücke zwischen den doppelbrechenden Teilen der kontraktilen Fibrillen halten.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Juni 1899.** **Nr. 12.**

Inhalt: **Hunger**, Der Gleitmechanismus im Pflanzenreiche. — **Will**, Ueber die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter *(Trepidonotus natrix)*. — **Schimkewitsch**, Ueber besondere Zellen in der Leibeshöhle der Nematoden. — **Laydowsky** u. **Tischutkin**, Von den Beziehungen der Dotterelemente zu den Keimblätterzellen. — **Lindner**, Die Protozoëenkeime im Regenwasser. — **Emery**, Compendio di Zoologia.

Der Gleitmechanismus im Pflanzenreiche.

In der Tierphysiologie hat sich schon lange die Vorstellung der Gleitfunktion eingebürgert, während die Pflanzenphysiologie, welche gerade hier mit zeitlich und räumlich in kleinsten Grenzen sich abspielenden Vorgängen zu rechnen hat, bei denen das klare Bild einer funktionellen Bedeutung durch interkurriende Nebenfunktionen verwischt wird, den Gleiteinrichtungen noch nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Die Frage nach der Funktion der oberflächlichen Schleim- und Gallertbildungen, welche in so mannigfacher Weise im Pflanzenreiche auftreten und so sehr verschiedenartig beantwortet worden ist, möchte ich hier in folgenden Seiten als den Mechanismus einer Gleitfunktion hervorheben.

Die wichtigsten bis jetzt geäußerten Ansichten über die biologische Bedeutung des oberflächlichen Schleimes finden wir bei Stahl und Goebel.

Im Jahre 1888 spricht Stahl in seiner Arbeit „Pflanzen und Schnecken“[1]) seine Auffassung dahin aus, dass Schleim- und Gallertüberzüge wirksame Schutzmittel gegen die Angriffe von Pflanzen fressenden Tieren, speziell Schnecken, darstellen. Während Stahl's Angaben sowohl für Land- als für Wasserpflanzen gelten, schreibt

1) Stahl, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888. Sonderabdruck aus der Jenaischen Zeitschrift f. Naturwissenschaft u. Medizin, Bd. XXII, N. F., XV.

Digitized by Google

Goebel[1]) dem Schleim eine verschiedene Bedeutung zu, je nachdem er mit der Luft oder mit Wasser in Berührung tritt.

Die Goebel'sche Auffassung, welche von ihm in verschiedenen Schriften und auch von mehreren seiner Schüler [Kühn[2]), Raciborski[3]), Ruge[4]), Schilling[5])] vertreten worden ist, sucht im ersteren Fall seine Bedeutung darin, dass er Schutz gegen das Vertrocknen gewähre; bei Wasserpflanzen soll dagegen die Bedeutung der Schleimhülle darin liegen, „dass dieselbe Wasser sehr festhält und so den Hindurchtritt von Wasser erschwert".

Ich habe mir in dieser kleinen Notiz keinesfalls die Aufgabe gestellt, die beiden geäußerten Auffassungen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen, dafür verweise ich auf meine ausführliche Arbeit[6]).

Vielmehr beabsichtige ich, mit der vorliegenden Mitteilung den Nachweis zu bringen, dass man von jetzt an, unbeschadet der schon erwähnten Funktionen, der oberflächlichen Schleimbildung in großen Gruppen des Pflanzenreiches die Bedeutung eines Gleitmechanismus und eines mechanischen Schutzmittels zuschreiben muss. Das Vorkommen von schleimigen oder gallertartigen Ueberzügen ist bei den Algen sehr verbreitet, speziell wo Freibeweglichkeit konstatiert werden kann.

Stellt man sich die Frage nach der Bedeutung der Schleimabsonderung an der Oberfläche des Fischkörpers, so wird man ihr wohl in erster Linie die Rolle eines Schutzmittels gegen Verletzungen zuschreiben. Hätte das Tier keinen Schleimüberzug, dann würde es bei den beim Schwimmen unvermeidlichen Berührungen mit seinen Weg kreuzenden rauhen Gegenständen leicht Verletzungen erleiden. Da nun aber die Oberfläche des Körpers durch den Schleim glatt und schlüpfrig gemacht ist, so wird er beim Anstoßen abgleiten, ohne von der Berührung Nachteil zu haben. Das Leben eines Aales zwischen Steinen und anderen harten Gegenständen seiner Aufenthaltsorte wäre sicher unmöglich, wenn seine Haut nicht eine so mächtige Schleimschicht bedeckte.

1) Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg 1889—1891. Bd. I u. II.

2) Kühn, Unters. über die Anatomie der Marattiaceen und anderer Gefäßkryptogamen. Flora 1889, Bd. 73, S. 457—504.

3) Raciborski, Die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen. Flora. Ergänzungsbd. 1895, Bd. 81, S. 151—194.

4) Ruge, Beitr. z. Kenntnis d. Vegetationsorg. d. Lebermoose. Flora 1893, Bd. 77, S. 279—312, Taf. IV,

5) Schilling, Anatomisch-biologische Untersuch. über die Schleimhaut der Wasserpfl.. Flora 1894, Bd. 78, S. 280—360.

6) Hunger, Ueber die Funktion der oberflächlichen Schleimbildungen im Pflanzenreiche. Leiden 1899.

Digitized by Google

Betrachten wir jetzt die Algen und zunächst diejenigen, welche Fähigkeit besitzen, sich aktiv zu bewegen. Die aktive Bewegung, welche bei Oscillarien auch den ausgewachsenen Fäden zukommt, findet sich bei anderen Cyanophyceen nur bei den beweglichen Hormogonien. Mit der Bewegungsfähigkeit ist auch hier stets das Vorhandensein einer Gallerthülle verbunden; dagegen kommt es vor, dass, wenn die Bewegung der Hormogonien, welche nur von kurzer Dauer ist, verloren gegangen und dieselben zum neuen Thallus auswachsen, die Gallerthülle zugleich abgestoßen wird.

Die Diatomeen sind entweder freibeweglich oder festgewachsen; die freibeweglichen wieder schweben teils frei im Wasser [Planktondiatomeen], teils haften sie an dem Substrat (Boden Steinen, Wasserpflanzen) [Grunddiatomeen].

Die freien Grunddiatomeen besitzen aktive Bewegung, und hier ist die Gallerthülle auch immer deutlich nachweisbar. Jede Zelle hat auf den Kielen der Panzerhälften sogenannte Gallertkapseln[1]), also an der Stelle, wo bei der Bewegung in erster Linie das Anstoßen an fremde Gegenstände erfolgen kann.

Die Bedeutung, welche ich der Gallerthülle der Oscillarien und der Hormogonien anderer Cyanophyceen, wie auch der Gallertklappen der Diatomeen zuschreiben möchte, wäre also identisch mit derjenigen der Schleimüberzüge der Fische. Voran steht der Schutz gegen mechanische Verletzungen. So vermag der Oscillarien-Faden an den dem Substrat aufruhenden Gegenständen vorüberzugleiten, ohne durch die Berührung mit denselben verletzt zu werden; die Gallertkappen an den Keilen der Panzerhälften der Diatomeen wirken gegen oft genug eintretende Quetschungen wie Puffer.

Durch die Arbeiten von Klebs[2]) sind wir über die Bewegungen der Desmidiaceen gut orientiert und wissen heute, dass die Fortbewegung nur möglich gemacht wird durch den Schleimstiel, welcher während der Bewegung ausgeschieden wird. Der Gallertbildung an der Oberfläche des Thallus der Desmidiaceen möchte ich aber, ebenso wie die Gallerthülle der Spirogyren, dieselbe Funktion zuschreiben, wie in den obengenannten Beispielen (Oscillarien und Diatomeen). Wie steht es nun aber mit denjenigen Algen, welche keine aktive Bewegung zeigen und doch eine Gallerthülle besitzen? Die Hauptbedeutung des Schleimes resp. der Gallerte ist nach meiner Meinung bei allen Algen, mögen sie sich aktiv bewegen, oder passiv bewegt werden, oder ganz ohne Bewegung sein, zunächst zu suchen in dem Schutz gegen mechanische Verletzungen. Bei Meeresalgen,

1) Klebahn, Beiträge z. Kenntnis der Annosporenbildung, in: Pringsheim's Jahrb., 1896, Bd. 29, S. 595—652, Taf. X.

2) Klebs, Ueber Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen, in: Biol. Centralbl., 1885, Bd. V, Nr. 12, S. 355.

Digitized by Google

wo die passive Bewegung besonders stark ist, findet sich die Schleimbildung in ganz allgemeiner Verbreitung,

Jetzt noch ein kurzes Wort über die Plasmodien der Myzomyceten, speziell der Physareen, deren Schleimspuren genug bekannt sind. Wie das Kriechen einer Schnecke über das Substrat begünstigt wird durch die Schleimschicht, welche vom Fuß ausgeschieden wird, so dient auch der Schleim, welcher beim Fortkriechen eines Myxomyceten dessen Weg bezeichnet, als eine Art Schmiere, welche es dem zarten Plasmodium ermöglicht, ohne Schaden zu erleiden, über rauhe Gegenstände hinweg zu kriechen.

Die Anwesenheit von Schleim an der Wurzelspitze und an den Wurzelhaaren ist schon lange bekannt. Im ersteren Fall entsteht der Schleim durch Desorganisation der äußeren Zellen der Wurzelhaube; bei den Wurzelhaaren ist es die äußerste Membranschicht, welche verschleimt.

Was für eine Funktion soll der Schleim nun hier zu erfüllen haben?

Wir stehen hier vor mehreren und sehr verschiedenartigen Ansichten, auf welche ich aber hier nicht ausführlich eingehen kann. Hierzu verweise ich auf meine obengenannte Arbeit [1]).

Die Funktion, welche nach meiner Meinung hier wohl in erster Linie in Betracht kommen muss, ist die, auf welche schon Sachs kurz hingewiesen hat: dass das Vorhandensein der Schleimhülle an der Spitze der Wurzeln und an den Wurzelhaaren in ähnlicher Weise wirkt, wie bei manchen Tieren, z. B. den Regenwürmern, nämlich als eine Art Schmiere, welche das Eindringen und Fortwachsen derselben erleichtert, indem sie ihrer schlüpfrigen Oberfläche die Fähigkeit zu gleiten verleiht und ihnen einen nicht unbeträchtlichen Schutz gegen Verletzungen gewährt, denen die unterirdisch wachsenden Teile selbstverständlich oft genug ausgesetzt sind.

Dieselbe Funktion möchte ich zum Teil auch der Schleimbildung zuschreiben bei der endogenen Entstehung der Seitenwurzeln. Den äußeren Haubenteil der Seitenwurzel nennt van Tieghem [2]) „la poche“ oder „la poche digestive“, weil er annimmt, dass derselbe ein Endogen absondert, welches auf das Rindengewebe der Mutterwurzel lösend einwirkt und so der jungen Seitenwurzel den Weg nach außen bahnt. Diese „poche“ nun fängt schon ziemlich früh an, sich zu desorganisieren und mit ihr gleichzeitig die zunächst aufliegenden Rindenschichten. Diese Desorganisation führt schließlich zu einer vollständigen Verschleimung der „poche“ und der übergelagerten Rindenschichten, und längs dieses Weges schiebt sich nun die junge Seiten-

1) l. c. S. 20—28.

2) Van Tieghem et Woulist, Recherches comparatives sur l'origine des Membres endogènes. Ann. d. Sc. Nat. Botanique, 1888, Sér. VII, Tom. VIII.

Digitized by Google

wurzel aus dem Inneren der Mutterwurzel nach außen hervor. Die herauswachsende Seitenwurzel enthält durch den Schleim eine Schmiere, welche die Reibungen von Seiten der zu durchbrechenden Rindenschicht beträchtlich verringert.

Von großem Interesse für meine Fragestellung sind noch die von G. Karsten[1]) in Mexiko an der Strandbewohnenden Nyctaginee *Okenia hypogaea* gemachten Beobachtungen, welche in unwiderlegbarer Weise für meine Auffassung einer Gleitfunktion sprechen.

Im Anschluss hiermit möchte ich jetzt die Schleimbildung besprechen, welche an den im Inneren der Wirtspflanzen wachsenden Organen parasitischer Gewächse vorkommt. Betrachten wir zuerst die Wachstumsverhältnisse der „Rindenwurzeln" von *Viscum album*. Die gesamte Wurzelspitze besteht hier aus einer Parenchymmasse, von welcher alle oberflächlichen Zellen seitlich aus ihrem Zusammenhange gelöst erscheinen, und zu stumpfkeiligen, haarartigen Gebilden von beträchtlicher Länge ausgewachsen sind, sodass dadurch die ganze Wurzelspitze den Anschein eines mehr oder minder wurzelmäßigen Pinsels erhält, welche sich von einer wasserhellen, schleimigen Substanz umgeben erweist.

Ein ganz ähnliches und hiermit sehr gut zu vergleichendes Verhalten zeigen auch die Wachstumsverhältnisse der Rhizomorphen. Ebenso wie die haarartigen Gebilde einer Rindenwurzelspitze von *Viscum album* verhalten sich die einzelnen Hyphen solch einer Rhizomorphen-Spitze.

Durch Arbeiten von Brefeld[2]) und Hartig[3]) sind wir unterrichtet, mit welcher Schnelligkeit das Spitzenwachstum der Rhizomorphen-Stränge vor sich geht und bei diesem raschen Vorwärtsdringen müssen nicht unbeträchtliche Hindernisse überwältigt werden.

Wenn auch bei der Ueberwindung derselben chemische Auflösungsprozesse eine beträchtliche Rolle spielen mögen, so gehen wir doch sicher nicht fehl, wenn wir dem Schleim der Rhizomorphen, wie auch der Rindenwurzeln von *Viscum*, dieselbe Bedeutung zuschreiben, wie demjenigen der Wurzelspitzen: die Reibungswiderstände werden durch den als Schmiere wirkenden Schleim vermindert, und nebenbei wird auch den zarten Spitzen ein Schutz gewährt gegen mechanische Verletzungen.

Was die Verbreitung oberflächlicher Schleimbildungen bei den Lebermoosen betrifft, so genügt es, wenn ich die Aeußerungen von zwei Forschern darüber wörtlich hier wiedergebe!

1) Karsten, Notizen über einige mexikanische Pflanzen. Berichte der deutschen botan. Gesellsch., 1897, Bd. XV, Heft 1, S. 14.

2) Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, 1877, Heft 3: Basidiomyceten, I, S. 151.

3) Hartig, Untersuchungen aus dem forstbotan. Instit. z. München, 1883, Bd. III, S. 107.

Digitized by Google

Goebel[1]) sagt: „Der Vegetationspunkt vielleicht aller Lebermoose ist mit Schleim bedeckt, ebenso vielfach die Geschlechtsorgane". Und Ruge[2]): „Eine Absonderung von Schleim erfolgt wohl bei allen Lebermoosen ohne Ausnahme".

Der Vegetationspunkt ist von einer mehr oder weniger mächtigen Schleimschicht umhüllt, welche entweder oberflächlichen Trichomen (Marchadiales und Impermaniales), oder inneren Schleimhöhlen (*Anthocerotaceae*)[3]) entstammt.

Vergleichen wir die Schleimbildung dieser drei verschiedenen Gruppen der *Hepaticae* mit einander, so kommen wir zu dem Resultat, dass dieselbe bei allen in zwei Punkten übereinstimmt, nämlich: erstens darin, dass sie bei den Lebermoosen eine vorübergehende ist, und zweitens darin, dass sie auf das Engste an die jüngsten Entwickelungsstadien des Wachstums geknüpft ist. Für meinen Standpunkt in der Deutung der Schleimfunktion sind nicht, wie Goebel das thut, die Standortseigentümlichkeiten maßgebend, sondern die spezifischen Wachstumsverhältnisse der Lebermoose, ihr dem Substrat angeschmiegter, kriechender Wuchs, wie er fast allen gemeinsam ist. Bei den kriechenden, dem Substrat angeschmiegten Lebermoosen ist es nämlich unvermeidlich, dass beim Fortwachsen des Thallus (Marchantiales, frondose Impermaniaceen und Anthocerotaceen), oder der jüngeren Stengelteile (foliose Impermaniaceen) Reibungen stattfinden müssen zwischen den im Wachstum begriffenen Teilen und dem Substrat, dem sie angeschmiegt sind, und zwar sind es die zarten Sproßspitzen, welche diesen Reibungen fast ausschließlich unterworfen sind; und gerade an diesen Stellen findet man immer eine ausgeprägte Schleimbildung, sodass es ganz zweifellos ist, dass der Schleim hier beim Fortwachsen eine wichtige Rolle als Schmiere spielt, um erstens das Fortkriechen über das Substrat zu erleichtern, zweitens einen Schutz zu gewähren gegen mechanische Verletzungen, welchen der Thallus auf seinem Wege ausgesetzt sein kann.

Zur Stütze seiner Auffassung will ich nur noch dieses Beispiel anführen. Wo wir bei den Thallus-Lebermoosen eine ausgeprägte, deutlich nach der Ventralseite hervorstehende Mittelrippe finden, wie z. B. bei *Blyttia*, *Möekia*, *Umbraculum Podomitrium* u. s. w., da können wir konstatieren, dass die Anordnung der Schlingpapillen hauptsächlich, ja selbst oft ausschließlich (*Blyttia*), auf die fortwachsende Mittelrippe beschränkt ist.

Die oberflächliche Schleimbildung bei den Farnen ist bisher nur sehr selten etwas eingehender untersucht worden; darum verweise ich

1) l. c., II, S. 209.

2) l. c. S. 295.

3) Ich folge hier der Einteilung von Schiffner. S. Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, 1893—95, T. I, Abt. 3, Bogen 1—9, Lief. 91, 92, 112.

für ausführliche Bemerkungen auf S. 43—52 meiner schon mehrfach citierten Arbeit.

Die hauptsächliche Schleimbildung, welche ich hier besprechen will, geht aus von haarförmigen Trichomen, die in geringer Zahl an der Oberfläche des eingerollten Wedels, dagegen mehr nach innen zu in großer Menge auftreten. Die haarförmigen Trichomen haben eine angeschwollene Endzelle, welche mit Schleim gefüllt ist und bei Wasserzufuhr platzt. Die Stellen, wo diese Schleimhaare sich am reichlichsten finden, liegen immer an der Rücken- und Bauchseite des eingerollten Wedels. Mehr nach innen zu treten sie am häufigsten dort auf, wo die Ränder des eingerollten Blattstiels mit einander in Berührung treten. Ganz richtig hebt Goebeler[1]) schon hervor, dass überall, wo in der Knospe Berührung von aufeinander gelagerten Teilen statfindet, auch diese Schleimhaare auftreten. Meine eigenen Untersuchungen haben mich weiter gelehrt, dass diejenigen Farnwedel, welche am festesten eingrollt sind, die reichlichste Anhäufung von Schleimhaaren zwischen ihren Windungen nachweisen lassen, dass dagegen bei den locker oder gar nicht eingerollten Wedeln diese Schleimbildung ganz unterbleiben kann. Es existiert also eine Beziehung zwischen der Beschaffenheit des Wedels und der dort auftretenden oberflächlichen Schleimbildung. Weiter ist auffallend, dass da, wo die Schleimbildung am stärksten auftritt, die Spreuschuppenbildung ganz und gar unterbleibt und jene also deren Funktion zu übernehmen scheint. Die Wedel der Asplenien, von denen ich 14 verschiedene Arten untersucht, sind alle ziemlich fest eingerollt, und die Schleimhaare fehlen denn auch niemals zwischen den Windungen. Weitere schöne Beispiele, bei denen diese Schleimhaare reichlich gefunden werden, sind: *Orychium japonicum, Trichomanes radicans, Blechnum Spicant, Aspidium Serra, Polypodium pustulatum* u. s. w.; aber keine Form ist in dieser Hinsicht zu vergleichen mit dem, in feuchten Waldschluchten West-Javas an Bächen auftretenden *Nephrodium callosum.*

Ich verzichte hier darauf, zu prüfen, ob die Schleimbildung in der Richtung, welche bisher angegeben wurde, unter Umständen vielleicht einigermaßen von Nutzen sein kann und gehe zu der Darlegung meiner Auffassung über.

Dass bei der Entfaltung eines fest eingerollten Wedels notwendig Reibungen auftreten, ist selbstverständlich, und gerade an jenen Stellen, wo die Reibungen am stärksten sind, d. i. an der Rücken- und Bauchseite der Windungen, sehen wir eine massenhafte Anhäufung von Schleimhaaren. Durch das Sprengen dieser Schleimköpfe werden die sich berührenden und dicht aufeinanderliegenden Teile schlüpfrig ge-

1) Goebeler, Die Schutzvorrichtungen am Stammscheitel der Farne. Flora 1886, Bd. 69, Nr. 29—31, Taf. XI.

Digitized by Google

macht, wodurch ein gegenseitiges Vorübergleiten ermöglicht wird, ein Umstand, der die Entfaltung in nicht geringem Maaße erleichtern muss. Ist die Entfaltungsperiode vorüber, so ist der Zweck dieser Schleimbildung erfüllt, und wir sehen denn auch, dass die Schleimhaare bald darauf vertrocknen und ganz verschwinden. Für diese Auffassung spricht noch der Umstand, dass da, wo von Reibungen bei der Entfaltung nicht die Rede sein kann, auch keine Schleimbildung zu finden ist. Wir wissen, dass bei *Adiantum*, wo der Wedel so locker eingerollt ist, dass selbst im jüngsten Zustande eine gegenseitige engere Berührung der Wedelwindungen beinahe nicht auftritt, wo also bei der Entfaltung keine Reibungen enstehen und auf eine Verminderung derselben hinzielende Einrichtungen überflüssig sind, auch keine Schleimproduktion auftritt. Dasselbe ist der Fall bei *Ophioglossum* und *Botrychium*, wo eine schneckenförmig eingerollte Wedellage überhaupt nicht vorkommt und die Knospe so locker ist, dass auch da nicht an störende Reibungen gedacht werden kann. In denjenigen Fällen, wo die Schleimbildung gegenüber der mächtigen Spreuschuppenbildung (Aspidien) zurücktritt, mag die Bekleidung mit allerdings trocknen, aber glatten Spreuschuppen ebenfalls auch dazu dienen, bei der Entfaltung des Wedels das Uebereinanderweggleiten der sich aufrollenden Fiedern zu begünstigen.

Es war Hanstein[1]), welcher im Jahre 1868 zum erstenmal die oberflächliche Schleimbildung eingehend untersuchte und als Untersuchungsmaterial benutzte er die Laubknospen.

Die Pflanzen, bei denen Hanstein die oberflächliche Schleimbildung am stärksten ausgeprägt fand, waren die Polygoneen, z.B. *Polygonum*, *Rumea* und *Rheum*. Die Quellen dieser Schleimbildung fand er vor allem in den inneren Flächen der häutigen Verlängerungen der Blattscheiden (*Ochreae*), in welchen die jüngeren Knospenteile während ihres Heranwachsens immer eng und lange eingehüllt bleiben. — Warum nun gerade die Polygoneen eine so reichliche Schleimbildung führen und auf welche Weise sie dieselbe verwenden, werde ich jetzt klarzulegen versuchen. Für diesen Zweck ist es vielleicht gut, vorher eine Anzahl von Beispielen aus anderen Familien zu nennen, bei denen es mir gelang, ebenfalls eine oberflächliche Schleimbildung nachzuweisen. — So fand ich dieselbe bei: *Ficaria ranunculoides*, *Ranunculus cassubicus Helleborus*-Arten, *Viola sylestris*, *Valeriana Phu*, *Anthranthus ruber*, *Valerianella coronata*, *V. Szovitsiana*, *V. auricula*, *V. eriocarpa*, *Chenopodium bonus Henricus*, *Saxifraga crassifolia* u. s. w.

Alle diese Pflanzen, zu wie verschiedenen Familien sie auch gehören mögen, stimmen in dem einen Punkt überein, dass sie alle mehr

1) Hanstein, Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Botan. Zeitung, 1868, Nr. 43—46, Taf. XI—XII.

Digitized by Google

oder weniger gut entwickelte Blattscheiden besitzen, in welchen immer die jüngeren Knospenteile während ihres Heranwachsens fest eingehüllt liegen. Scheidenförmige Ausbildung des Blattgrundes und oberflächliche Schleimbildung scheinen also hier in Korrelation zu stehen, sodass wir uns fragen müssen, wie dieser Zusammenhang aufzufassen ist. Wie schon gesagt, ist in der Knospenlage das junge Blatt immer von der Scheide des nächst älteren Blattes eng eingehüllt, sodass beim Herauswachsen des jungen Blattes aus der umhüllenden Scheide ein gewisser Reibungswiderstand zu überwinden ist.

Erleichtert wird dies, meiner Ansicht nach, auch hier durch den als Schmiere wirkenden Schleim.

Aber nicht nur an der Innenseite der Scheiden, sondern auch an den umhüllten jungen Blättern finden sich oft die Schleimhaare. Bei *Rumea Patientia*, *R. alpinus*, *Polygonum cuspidatum*, *Rheum*- und *Chenopodium*-Arten, *Oxyria elatior*, *Tradescantia zebrina* u. s. w., wo die jungen Blätter selber von den Blatträndern aus nach vorn oder rückwärts eingerollt sind, fand ich immer an deren Oberfläche, sowohl an der Unter- als der Oberseite, eine reichliche Schleimpapillenbildung, die ich in demselben Sinne deuten möchte.

Obwohl ich zahlreiche Monocotylen auf das Vorhandensein von Gleitschleim untersucht habe, konnte ich, mit Ausnahme der schon erwähnten Gattung *Tradescantia*, niemals eine oberflächliche Schleimbildung finden. Hier kommen wohl zunächst andere Faktoren in Betracht, worauf ich hier nicht ausführlicher eingehen kann[1]).

Die oberflächliche Schleimbildung bei den Wasserpflanzen ist eine außerordentliche Erscheinung, die wir an den verschiedensten Stellen auftreten sahen.

Auf die Kritisierung der älteren Ansichten möchte ich hier nicht eingehen, dafür verweise ich nochmals auf meine Arbeit zurück[2]) und will jetzt sogleich meine eigene Auffassung über die biologische Bedeutung, welche ich dem Schleim bei den Wasserpflanzen unter anderem zuschreibe, gegenüberstellen. Der Schleim dürfte ganz allgemein dem Zwecke dienen, die mechanisch noch nicht in genügender Weise geschützten Gewebe, sowohl die Knospen, als auch die jüngsten Blätter, vor mechanischer Verletzung jeder Art zu bewahren. Die noch zarten, nicht ausgebildeten Organe besitzen in ihrem schleimigen Ueberzug eine Einrichtung, die es ihnen ermöglicht, von den an sie anstoßenden Gegenständen, ohne Nachteil zu erleiden, abzugleiten. Der Schleim, welcher die Knospe gegen mechanische Verletzungen schützt, fungiert ebenfalls als Schmiere, welche die Reibungen, die bei der Entfaltung auftreten, zu vermindern im Stande ist. Beispiele dafür sind in großer Zahl vorhanden. Die Blätter, welche in der Knospenlage fest einge-

1) S. meine Arbeit l. c. S 58 u. 59.

2) l. c. S. 60–69.

Digitized by Google

rollt sind, wie bei *Brasenia*, *Cabomba*, *Nuphar* u. s. w. besitzen in der Schleimbildung, die von Seiten oberflächlicher Trichome ausgeht, ein Gleitmittel, welches die Ausbreitung der Blattspreite erleichtert. Beteiligen sich an der Knospenlage sogenannte Stipeln, wie bei *Nymphaea*, *Euryale* u. s. w., so ist es auffallend, dass die Stipeln immer nur auf derjenigen Seite mit Schleimhaaren besetzt sind, welche dem ihnen zugehörigen Blatte zugekehrt ist. Ebenso finden wir, ganz in Uebereinstimmung mit den Landpflanzen, auch bei denjenigen Wasserpflanzen, wo eine scheidenförmige Verbreiterung des Blattstielfußes vorliegt, eine ausgeprägte Schleimbildung innerhalb dieser Scheide. So z. B. bei *Ranunculus fluitans*, *Caltha palustris*, *Limnanthemum nymphaeoides*, *Menyanthes trifoliata* u. s. w., wo die Scheiden sich rings um die jungen Blätter ziehen, sodass bei dem Herauswachsen solch eines eingeschlossenen Blattes Reibungen entstehen müssen. Der Schleim tritt hier wiederum auf als Schmiere, und das junge Blatt gleitet aus seiner Scheide hervor, ohne irgendwo Schaden gelitten zu haben. Ja, selbst bei den Monocotylen, bei denen wir, mit Ausnahme von *Tradescantia*, unter den Landformen eine oberflächliche Schleimbildung niemals nachweisen konnten, ist sie bei den Wasserformen in der Regel zu finden, z. B. bei *Vallisneria*, *Hydrocharis*, *Triuena*, *Alisma* u. s. w.

Zum Schlusse sei es mir erlaubt, noch einmal über mein eigentliches Untersuchungsfeld hinauszugreifen und Anknüpfungspunkte in dem anderen großen Organismenreiche, der Tierwelt, zu suchen.

Haben wir wirklich in der Schleimbildung der Pflanzen einen Gleitmechanismus vor uns, geeignet die Ortsbewegung, die Bewegungen des Wachstums und der Entfaltung zu unterstützen, so liegt der Gedanke nahe, dass auch bei den Tieren, bei denen die Bewegung zu den wichtigsten Lebensäußerungen gehört, ja eine Existenzbedingung bildet, analoge Einrichtungen werden sich auffinden lassen. Wir sahen schon, dass für die freie Lokomotionsfähigkeit im Wasser die oberflächliche Schleimbildung das gleiche, mechanisch unterstützende Moment für Pflanzen und Tiere darstellt (S. 385).

Aber damit sind die Vergleichspunkte nicht erschöpft; denn noch für zwei andere große Funktionen des Tierkörpers lässt sich die Rolle des Schleimes als eines bedeutungsvollen Gleitmechanismus in einwandfreier Weise darthun, für die Verdauung nämlich und die Gelenkbewegungen.

Es ist ja bekannt, wie mit dem ersten eingeführten Nahrungsbissen eine starke Speichelsekretion beginnt, deren Schleimmassen die oft trockene Substanz umhüllen und sie unter dem Einfluss der Muskulatur des Mundes zu rundlichen Ballen formen, die durch die gleichfalls durch Schleim schlüpfrig gemachte Speiseröhre zum Magen hinabgleiten können. Im ganzen Verlauf des Darmkanales sind unzählige

schleimproduzierende Becherzellen angeordnet, die für das abgeführte und verbrauchte Mucin stets neuen Ersatz schaffen und es dem nach abwärts immer konsistenter werdenden Darminhalt ermöglichen, unter der Einwirkung der peristaltischen Bewegungen des Verdauungsrohres vorwärts zu gleiten. Wie aber überall, so verbindet sich auch hier mit dem Gleitmechanismus der Schutz gegen mechanische Verletzungen, und jene nicht seltenen Fälle, in denen künstliche Gebisse, Nadeln, Messerklingen, ohne Verwundungen zu erzeugen, das enge, mehr als acht Meter lange Darmrohr passierten, beweisen zur Genüge die hohe Bedeutung, die der Schleim bei dem Transport der Ingesta als Schutzmittel gegen mechanische Verletzungen hat.

Als ein Gleitmechanismus reinster Form tritt uns schließlich die Schleimbildung in den tierischen Gelenken entgegen; hier kann ihre Bedeutung lediglich und allein in einer Erleichterung der Bewegung gegen einander sich verschiebender Knochenflächen bestehen. Wie die Teile einer Maschine, so gleiten in den Gelenken knöcherne Vorsprünge in knöcherne Gruben; in engem Raume, bei fest aufeinandergepressten Flächen, müssen forcierte Bewegungen, starke Exkursionen ausgeführt werden, und dass dabei Reibungen denkbar größter Stärke entstehen müssen, leuchtet ein. —

Gerade diese der Tierphysiologie entnommenen Thatsachen scheinen mir für meine Untersuchungen nicht wertlos zu sein, da sie gewissermaßen in großem Stile und in einer von gleichzeitigen Nebenfunktionen freien Form die biologische Bedeutung der Schleimbildung als eines Gleitmechanismus und eines mechanischen Schutzmittels auf das Deutlichste hervortreten lassen.

Mit vorliegender Mitteilung habe ich gestrebt, für große Gruppen des Pflanzenreiches einen einheitlichen biologischen Gesichtspunkt durchzuführen und hoffentlich den Nachweis erbracht zu haben, dass man auch für die Pflanzen berechtigt ist, in vielen Fällen, wo Bewegungen sich abspielen, seien es aktive Lokomotionen, seien es Bewegungen des Wachstums, bezw. der Entfaltung, Einrichtungen anzunehmen, die diese Bewegungen unterstützen und erleichtern, und dass man, unbeschadet zahlreicher Nebenfunktionen, der oberflächlichen Schleimbildung von jetzt an in großen Gruppen des Pflanzenreiches die Bedeutung eines Gleitmechanismus und eines mechanischen Schutzmittels zuschreiben muss. [45]

Neapel, 24. Februar 1899.

Dr. F. W. T. Hunger.

Digitized by Google

Ueber die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*).

Von **Ludwig Will** in Rostock.

Mit 6 Textfiguren.

Während für die sämtlichen bisher entwicklungsgeschichtlich genauer untersuchten Reptilien, nämlich für die See- und Landschildkröten, die Eidechse und den Gecko eine umfangreiche Gastrulaeinstülpung nachgewiesen wurde, welche sich in Folge des Durchbruchs der unteren Urdarmwandung mit dem sogen. subgerminalen Raum, der Furchungshöhle, zu dem definitiven Urdarm vereinigt, der alsdann durch einen Kanal, den Kupffer'schen Gang oder, wie er später genannt wird, den Canalis neurentericus mit der Außenwelt in Verbindung steht, liegen für die Schlangen nur sehr fragmentarische Mitteilungen vor, die noch dazu recht widerspruchsvoll lauten.

Kupffer[1]), der erste, der die Schlangen auf ihre Keimblattbildung untersuchte, beschreibt nur ein einziges jüngeres Stadium von *Coluber aesculapii*, bei dem auf der Oberfläche der Keimscheibe eine kleine taschenförmige Einsenkung entstanden ist, die er, wie wir heute sagen können, mit vollem Recht als das Homologon einer Gastrulaeinstülpung in Anspruch nimmt, die jedoch, wie ich gleich zeigen werde, nur den Anfang der Urdarmbildung darstellt. Da Kupffer die folgenden Entwicklungsstadien fehlten, so konnte er damals zu der irrigen Ansicht geführt werden, dass die von ihm beobachtete Einstülpung lediglich in die Bildung der Allantois eingehe.

Weiter beschreibt Kupffer nur noch zwei Embryonen, die jedoch aus sehr viel späterer Zeit stammen und bereits ein fast resp. ganz geschlossenes Amnion besitzen. Da er an diesen Embryonen konstatiert, dass hier jene für alle älteren Wirbeltierembryonen typische Verbindung zwischen Medullar- und Darmrohr, die wir als Canalis neurentericus bezeichnen, ebenfalls existiert, so musste man, wenn man gleichzeitig auch die Angaben von Balfour, Strahl und Hoffmann für die Eidechse in Betracht zog, notwendig zu der Ansicht kommen, dass wie bei der Eidechse so auch bei den Schlangen die Oeffnung der Gastrulainvagination direkt in den Canalis neurentericus übergehe, letzterer also vom Beginn der Gastrulation an bis in eine sehr späte Embryonalzeit eine durchaus kontinuierliche Bildung sei.

Dieser Anschauung huldigte offenbar auch Hoffmann[2]), als er nach Kupffer ebenfalls einige Stadien aus der Entwicklung der Schlangen untersuchte. Unglücklicherweise standen ihm aber die

1) C. Kupffer, Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere etc. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Anat. Abt., 1882.

2) Hoffmann's Bearbeitung der Reptilien in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs.

Digitized by Google

jüngsten Stadien garnicht zur Verfügung und der Autor beginnt seine Untersuchung erst mit einem Embryo, der bereits weit über das Gastrulastadium hinaus war und schon eine deutliche aber noch offene Medullarrinne zeigte. Nach dem damaligen Stande der Reptilienforschung musste man natürlich erwarten, dass jene Verbindung des Urdarms mit der Außenwelt, welche wir als Canalis neurentericus kennen, wie auf den Anfangs- und Endstadien, so auch auf diesem von Hoffmann beobachteten mittleren Stadium vorhanden sein müsse.

Hoffmann fand jedoch im Gegenteil zu seiner großen Ueberraschung, dass auf dem beobachteten Stadium ein Canalis neurentericus überhaupt fehle und sogar bei der Ringelnatter erst auftrete, wenn bereits eine recht große Zahl von Urwirbeln angelegt ist, also erst auf einem sehr viel späteren Stadium. Es schien hier also ein offner Widerspruch mit den Beobachtungen Kupffer's vorzuliegen, die an *Coluber aesculapii* angestellt wurden, einen Widerspruch, den Hoffmann sich nur so erklären konnte, dass entweder die Ringelnatter in ungeahnter Weise von der Entwicklung Aeskulapnatter abweiche oder aber dass Kupffer eine Verwechslung untergelaufen sei.

Keines von beiden ist jedoch der Fall: sowohl die Kupffer'sche als auch die Hoffmann'sche Beobachtung ist vollkommen richtig und der Widerspruch zwischen beiden löst sich in ganz anderer Weise.

Bis dahin hatte man eben nur eine einigermaßen vollständige Kenntnis von der Entwicklung der Eidechse, bei der thatsächlich die Invaginationsöffnung, wie sie bei der Urdarmeinstülpung entstehen muss, kontinuierlich nach dem Schwunde der unteren Urdarmwand zunächst in den Kupffer'schen Gang übergeht, der dann nach Ausbildung des Medullarrohrs direkt zu einem Canalis neurentericus, d. h zu einer Verbindung zwischen Medullar- und Darmrohr wird.

Allein ich habe schon vor mehreren Jahren zeigen können, dass sich nicht alle Reptilien in derselben Weise verhalten.

So zeigt z. B. beim Gecko[1]) der Canalis neurentericus eine intermittierende Existenz. Auch hier tritt eine Urdarmeinstülpung auf, die nur viel umfangreicher ist, als das nach den Untersuchungen an anderen Reptilien der Fall zu sein schien und die Invaginationsöffnung verwandelt sich nach dem Durchbruch der unteren Urdarmwand in einen Kanal, der den nunmehr erweiterten Urdarm mit der Außenwelt verbindet und den ich aus hier nicht zu erörternden Gründen als Kupffer'schen Gang bezeichnet habe. Allein dieser Gang geht hier nicht wie bei der Eidechse direkt in den Can. neurentericus über, sondern er verengert sich allmählich um dann zum Verschluss zu kommen. Es folgen hierauf eine Reihe von Stadien, bei denen überhaupt eine

1) L. Will, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. I. Die Anlage der Keimblätter beim Gecko (*Platydactylus facetanus* Schreib.). Zool. Jahrb., Abt. f. Anatomie, Bd. VI.

Digitized by Google

Kommunikation zwischen Urdarm und Außenwelt fehlt und erst nach dem zahlreiche Ursegmente angelegt sind, tritt etwas weiter hinten eine solche Verbindung als Canalis neurentericus von Neuem auf.

Wahrscheinlich ist dasselbe auch bei der Landschildkröte der Fall, bei der ich den Kupffer'schen Gang sich ebenfalls stark zurückbilden sah, bis derselbe zu einem äußerst engen und kaum noch nachweisbaren Gange wurde. Ob derselbe hier vollständig schwindet, kann ich nicht sagen, weil mir die nächsten Stadien fehlen; da aber in viel späteren Stadien wieder eine sehr weite Kommunikation als Canalis neurentericus existiert, so halte ich es wenigstens für wahrscheinlich, dass auch bei der Schildkröte dieser Gang vorübergehend schwindet, um dann als Canalis neurentericus von Neuem weiter hinten aufzutreten.

Mag dem sein wie ihm wolle, jedenfalls ist für *Platydactylus* die intermittierende Existenz jener Verbindung vollkommen sicher gestellt und diese Thatsache erweckte in mir die Vermutung, dass der vorhin erwähnte Widerspruch von Kupffer und Hoffmann sich einfach dadurch erkläre, dass auch bei den Schlangen der Kanal nicht kontinuierlich von Anfang bis zu Ende geöffnet bleibt, sondern vorübergehend zum Verschluss kommt.

Da die durch die Hoffmann'schen Angaben angeregten Zweifel das Vorkommen der für andere Reptilien konstatierten typischen Gastrulaeinstülpung für die Schlangen überhaupt in Frage stellen konnten, so war hier eine eingehende Untersuchung geboten, die denn auch meine oben geäußerte Vermutung durchaus bestätigt hat.

Ich gehe von einem jungen Stadium (Fig. 1) aus, in dem auf der äußeren Oberfläche der Keimscheibe noch keinerlei Anzeichen von der Anlage des Embryonalkörpers vorhanden sind, in dem jedoch auf Längsschnitten sich in der Nähe der Keimscheibenmitte eine Verdickung der oberen Zellschicht findet, die die Anlage des Embryonalschildes (*S*) dar-

Fig. 1.

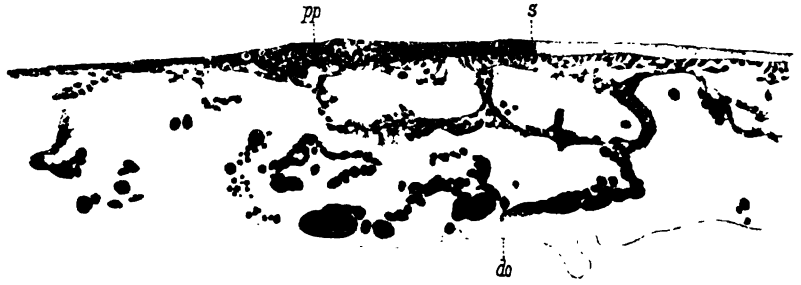


Fig. 1. Längsschnitt durch einen jungen Embryonalschild mit der ersten Anlage der Primitivplatte.
S = Embryonalschild; *pp* = Primitivplatte; *do* = Oberfläche des ungefurchten Dotters.

Digitized by Google

stellt. Am hinteren Ende des letzteren geht das Cylinderepithel des Schildes unmerklich in einen Zellenwulst (*pp*) über, der die erste Anlage der Primitivplatte darstellt und aus mehreren Zelllagen besteht, die nach hinten sich wieder in eine einfache, ein niedriges Epithel darstellende Zellschicht fortsetzt.

Was dieses und die nachfolgenden Stadien besonders von anderen Reptilien unterscheidet, ist die Anwesenheit einer mächtigen mit Flüssigkeit erfüllten Furchungshöhle, die den Raum zwischen Dotter (*do*) und oberem Blatt einnimmt, welches letztere gewissermaßen das Dach der Furchungshöhle abgiebt. Die Furchungshöhle entbehrt jedoch nicht der zelligen Elemente. Während diese aber bei anderen Reptilien mit geringer entwickelter Furchungshöhle in Form von rundlichen dotterreichen Zellen mehr oder weniger nahe bei einander liegen, so dass die Furchungshöhle vielfach nur auf die Lücken zwischen den tieferen Zellen beschränkt ist, sind sie hier zu langen mit einander in Verbindung stehenden Zellsträngen angeordnet. Die Zellen, welche diese Stränge bilden, sind in der Tiefe der Furchungshöhle von rundlicher Gestalt und von Dotterkörnern vollgepfropft, während sie nach oben dotterärmer werden und je mehr nach oben desto mehr eine amöboide Gestalt annehmen. Unmittelbar unter dem Dach der Furchungshöhle lösen sie sich in lockere Massen solcher durch Fortsätze in Verbindung stehender Zellen auf um sich sodann in höchst unregelmäßiger Weise unter dem oberen Blatte auszubreiten. Nach den Bildern, die mit großer Regelmäßigkeit auf den Schnitten wiederkehren, macht es ganz den Eindruck, als ob diese dotterarm gewordenen Zellen wie Amöben unter dem Dach der Furchungshöhle entlang kriechen, wobei die untere Grundfläche des oberen Blattes als Basis dient. Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, sind diese Zellen, welche später einen wesentlichen Anteil an der Bildung des unteren Keimblattes nehmen, auf diesen und älteren Stadien noch ziemlich weit von der Bildung eines zusammenhängenden Blattes entfernt. Nur an einzelnen Stellen des Präparates haben sie sich nach Einziehung ihrer Ausläufer zu einem Plattenepithel aneinander gereiht, das auf kurze Strecken unter dem oberen Blatte hinwegzieht. An anderen Stellen liegen sie noch ganz unregelmäßig neben und sogar übereinander; wieder an anderen Punkten liegen sie so vereinzelt, dass hier thatsächlich das obere Blatt noch allein das Dach der Furchungshöhle bildet.

An dem vorliegenden und andern gleichalterigen Präparaten bemerkt man auf den ersten Blick, dass an der Primitivplatte engere Beziehungen zwischen dem oberen Blatt und den tieferen Zellen bestehen, indem hier beiderlei Zellenarten ineinander übergehen und gemeinsam am Aufbau der Primitivplatte sich beteiligen. Bei genauerer Untersuchung mit starken Systemen bemerkt man aber auf manchen Stellen, so namentlich hinter der Primitivplatte, in der Umgebung des

Digitized by Google

Schildes, ja sogar in der vorderen Schildregion ein Eindringen von tiefern Zellen zwischen die Zellen der oberflächlichen Zellschicht.

In Folge dieser Verhältnisse gestaltet sich der Versuch, schon jetzt bei der Ringelnatter die Zugehörigkeit der einzelnen Zellen zu bestimmten Keimblättern bestimmen zu wollen, äußerst schwierig. Nach dem vielfach angewandten Verfahren könnte man versucht sein, die oberflächlich epithelartig angeordneten Zellen einfach als Ektoderm, die tieferen samt den Dotter als Entoderm zu bezeichnen, bei welcher Nomenklatur die Primitivplatte dann als eine ektodermale Wucherung aufzufassen wäre. Nach einer sorgfältigen Vergleichung aller verschiedenen Entwicklungsstadien unter einander sowie mit den entsprechenden Stadien anderer Reptilien muss ich jedoch eine solche Unterscheidung als unrichtig verwerfen. Gegen eine solche Auffassung spricht besonders die Thatsache, dass beständig tiefere Zellen in den Verband der Primitivplatte eintreten und dass sich das Gleiche auch noch auf späteren Stadien an einer ausgedehnten Region des oberen Blattes in der Umgebung des Schildes, namentlich aber hinter der Primitivplatte beobachten lässt. Mir macht es vielmehr den Eindruck, als ob die frühzeitige epithelartige Anordnung der Zellen an der Oberfläche der Keimscheibe zunächst noch nichts mit der Bildung des Ektoderms zu thun hat, sondern lediglich die Folge einer rein mechanischen Ursache, des Vorhandenseins einer ausgedehnten Furchungshöhle ist, deren Umfang die zunächst verfügbaren Zellenmassen zwingt, sich in einer einfachen Schicht anzuordnen, genau so, wie der anfangs solide Zellhaufen eines total sich furchenden Eies durch das Auftreten einer weiten Furchungshöhle im Innern gezwungen wird, sich in Gestalt eines Epithels, eines indifferenten Blastoderms, um jene anzuordnen.

Vor dem Auftreten des Embryonalschildes möchte ich daher die oberflächliche Zellschicht noch als ein ganz indifferentes Blastoderm und das ganze Stadium als ein Blastulastadium betrachten, an dem erst successive die Herausbildung der Keimblätter sich vollzieht. Mit Sicherheit lässt sich auf dem Stadium der ersten Anlage des Schildes nur dieses, und vielleicht die ihn nach vorne und seitlich umgebende Region als Ektoderm in Anspruch nehmen, falls sich in dieser schon ein Einrücken von tieferen Zellen in die obere Lage mit Sicherheit ausschließen lässt. Eine sichere Unterscheidung der Keimblätter wird erst mit dem Fortschritt des Gastrulationsprozesses möglich.

Allmählich setzt sich der Schild durch relative Dickenzunahme gegenüber dem umgebenden Blastoderm schärfer von dem letzteren ab und erscheint nunmehr auch äußerlich auf der Keimscheibe als ein weißlicher heller Fleck, an dessen Hinterende die Primitivplatte gelegen ist, die jedoch erst etwas später äußerlich wahrnehmbar wird, wenn sie in Folge der Wucherung der sie zusammensetzenden Zellen an Dicke zugenommen hat. Aeußerlich tritt sie jedoch auch dann

nicht immer in toto hervor, denn während sie in einigen Oberflächenbildern als ein sichelförmiger Wulst erscheint, wird sie in anderen Fällen nur in ihrer mittleren, sich besonders über die Oberfläche erhebenden Partie sichtbar.

Ueber die wirkliche Ausdehnung der Primitivplatte erhält man nur auf Schnitten Auskunft; aus diesen ergiebt sich, dass meist die Breitenausdehnung die Länge der Platte beträchtlich überwiegt. Ich gebe hier einige Maße:

Ser.	15.	Primitivplatte	lang	0,27	mm,	breit	0,5	mm
„	16.	„	„	0,54	„	„	0,6	„
„	17.	„	„	0,68	„	„	0,8	„
„	3.	„	„	0,65	„	„	1,03	„
„	2.	„	„	0,43	„	„	1,51	„
„	1.	„	„	0,28	„	„	0,63	„

Da sich diese Wucherungszone nach den seitlichen und hinteren Rändern zu allmählich verjüngt und sich außerdem dem konvexen hintern Schildrand eng umschmiegt, so ergiebt sich damit für die Primitivplatte eine sichelförmige Gestalt.

Die histologischen Verhältnisse sind noch ungefähr dieselben wie auf dem vorhergehenden Stadium, nur dass die blattartige Anordnung der tieferen Zellen an manchen Stellen Fortschritte gemacht hat. An der Primitivplatte jedoch prägt sich der Uebergang zwischen den tieferen Zellen und denen der Primitivplatte selbst immer unverkennbarer aus, so dass daraus hervorgeht, dass die Massenzunahme der Platte nicht allein auf die in ihr sich abspielenden Vermehrungsvorgänge der sie ursprünglich zusammensetzenden Zellen, sondern zu einem guten Teil auch auf eine ständige Anlagerung resp. Einwanderung von tieferen Zellen zurückzuführen ist.

Die weiteren Entwicklungsvorgänge prägen sich nun auch schon deutlich auf der äußeren Oberfläche der Keimscheibe aus. Sie schließen sich eng an die von andern Reptilien bekannten Verhältnisse an, weshalb ich hier nur hervorheben will, dass bei *Tropidonotus natrix* das erste Anzeichen der beginnenden Gastrulaeinsenkung auf der Oberfläche der Primitivplatte in Form einer sehr ausgeprägten Sichelrinne (Fig. 2) auftritt, deren mittlerer Abschnitt sich dann allein zu der Urdarmtasche weiter einsenkt. Zu bemerken ist jedoch, dass man gelegentlich bei der Ringelnatter eine solche Sichelrinne vermisst, indem sich alsdann die Einsenkung von vornherein auf ihren mittleren Abschnitt beschränkt. Diese Ausnahme scheint dann bei *Tropidonotus tesselatus* zur Regel geworden sein, bei der ich an mehreren auf diesen Punkt hin genau untersuchten gleichalterigen Embryonen statt der Sichelrinne immer nur den mittleren Teil ausgebildet fand. Wie bei andern Reptilien findet auch bei den Schlangen später nach erfolgtem Durchbruch des Urdarms eine Knickung der ursprünglich queren vorderen Urmundlippe nach hinten statt, worauf es unter allmählicher

Annäherung der Schenkel des /\ zur Ausbildung einer Primitivrinne kommt, auf deren besondere Charaktere ich hier nicht eingehe.

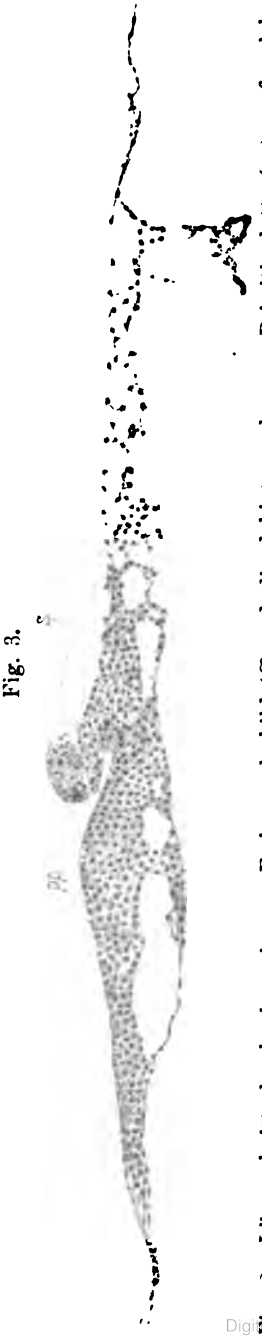


Fig. 2. Längsschnitt durch einen jungen Embryonalschild (*S*) und die dahinter gelegenen Primitivplatte (*pp*), auf welcher eine Sichelrinne aufgetreten ist, die im Schnitt als Delle erscheint. Ueberall im Bereich der Keimscheibe steht das untere Blatt mit Strängen von Nachfurchungszellen in Verbindung, die später vollständig in den Verband des unteren Blattes eintreten.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Urdarmeinstülpung, welche nach vorne in einen soliden Kopffortsatz ausläuft. Von einer Scheidung des Entoderms in ein primäres und sekundäres, wie bei andern Reptilen, kann auf dem vorliegenden Stadium noch nicht die Rede sein.

Digitized by Google

Längsschnitte durch Stadien mit beginnender oder mäßig fortgeschrittener Urdarmbildung ergeben (Fig. 2, 3), dass in vielen Fällen der letzteren die Bildung eines nach vorn gerichteten soliden Kopffortsatzes vorausgeht, in welchen sich erst allmählich von der Oberfläche her ein Lumen einsenkt. In einzelnen Fällen fallen übrigens beide Vorgänge zeitlich so sehr zusammen, dass alsdann von einem Kopffortsatz nicht mehr gesprochen werden kann (Fig. 4).

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4. Längsschnitt durch ein noch älteres Invaginationsstadium, das ebenfalls den durchaus einheitlichen Charakter des Entoderms erkennen lässt.

Fig. 5. Längsschnitt durch ein Stadium mit voll entwickeltem Urdarm. *e''* sekundäres Entoderm.

Fig. 6. Querschnitt durch das vordere Drittel eines voll entwickelten Urdarms. *ud* = Urdarmlumen, rechts und links davon die soliden Seitenteile des Urdarms; *ec* = Ektoderm des Schildes; *e''* = sekundäres Entoderm.

Digitized by Google

Sehr bemerkenswert ist der Umstand, dass selbst wenn der Urdarm bereits seine halbe Länge erreicht hat, das gesamte Entoderm im Gegensatz zu dem Verhalten bei *Platydactylus* und *Lacerta* bei *Tropidonotus natrix* noch eine vollkommen einheitliche Masse (Fig. 3, 4) darstellt. Ueberall hängt das Zellenmaterial der Primitivplatte, des Kopffortsatzes resp. der Wandungen des Urdarmlumens noch kontinuierlich mit demjenigen Teil des Entoderms zusammen, den wir bei den vorhin angeführten Reptilien schon ziemlich frühzeitig als sekundäres Entoderm oder Dotterblatt von dem an der Einstülpung sich beteiligenden primären Entoderm geschieden sehen. In dieser so auffallenden langbewahrten Einheit des Entoderms haben wir einen entschieden ursprünglichen Zug zu sehen, den sich in diesem einen Punkt die Schlangenentwicklung bewahrt hat, und der sich eng an das Verhalten des Entoderms bei *Chelonia caouana* nach der Schilderung von Mitsukuri anschließt. Während aber bei letzterer die Einheitlichkeit des Entoderms sich, wie mir das aus der Arbeit des japanischen Autors hervorzugehen scheint, dauernd erhält, vermittelt die Natter insofern den Uebergang zu den andern Reptilien, als zur Zeit der völligen Ausbildung des Urdarmlumens sich im Bereich der Primitivplatte und der hinteren Hälfte der unteren Urdarmwand unterhalb beider ein besonderes dünnes aus spindeligen Zellen bestehendes Blatt (*e''* in Fig. 5) angelegt hat, so dass also an diesen Stellen doch noch eine Scheidung in ein oberes, die Urdarmwandungen und die Primitivplatte bildendes primäres Entoderm (Urdarmblatt) und ein darunter hinziehendes sekundäres Entoderm (Dotterblatt) eingetreten ist. Dass diese Scheidung das Entoderm nicht in zwei dem Wesen nach verschiedene Teile spaltet, sondern, wie übrigens auch bei anderen Reptilien, mehr äußerer Natur ist, geht besonders daraus hervor, dass auch beim Gecko, wo das sekundäre Entoderm viel früher angelegt wird, Elemente des letzteren sich am Aufbau des Kopffortsatzes beteiligen und dass bei der Ringelnatter diese Scheidung stets eine unvollkommene bleibt, indem es hier in der medianen Partie der vorderen Urdarmhälfte überhaupt nicht zu einer solchen Spaltung kommt, vielmehr die vordere Urdarm- resp. Kopffortsatzhälfte sich mindestens zu einem guten Teil aus Elementen zusammensetzt, die nicht erst Wucherungserscheinungen von der Primitivplatte her den Ursprung verdanken, sondern bereits an Ort und Stelle (vergl. rechts in Fig. 3) vorhanden waren und dem sekundären Entoderm zuzurechnen sind.

Im Stadium des voll ausgebildeten Urdarms würde sich die Unterscheidung der Keimblätter in folgender Weise gestalten: der Embryonalschild und die davor und seitlich gelegenen Teile des oberflächlichen Epithels können nach dem Aufhören der Einwanderung von tieferen Zellen mit Sicherheit als Ektoderm in Anspruch genommen werden, die Zellen der Primitivplatte und der hinteren Hälfte des Urdarms

gehören dem primären Entoderm an, während in der vorderen Urdarmhälfte außer dem primären auch zahlreiche Zellen des sekundären Entoderms mit am Aufbau derselben beteiligt sind. An der Urdarmspitze geht das Entoderm derselben ganz allmählich in ein entodermales Plattenepithel über, das sich aus den früher an gleicher Stelle in unregelmäßer Weise gelagerten „amöboiden" tieferen Zellen aufgebaut hat, und daher den entschiedenen Charakter eines sekundären Entoderms besitzt und welches nun als dünne Epithellamelle in der vor und seitlich vom Schilde gelegenen Region direkt unter dem Ektoderm hinwegzieht. Unterhalb der Primitivplatte und der hinteren Urdarmhälfte wird das sekundäre Entoderm natürlich von oben her vom primären Entoderm bedeckt.

Wie die Zellen des Urdarms selbst teils aus der Wucherung der Primitivplatte, teils, im vorderen Abschnitt, aus angelagerten bereits in loco vorhandenen Zellen bestehen, so entsteht auch das Lumen desselben in verschiedener Weise. Der hintere größere Abschnitt entsteht wie auch bei anderen Reptilien durch allmähliche Vertiefung der an der Oberfläche der Primitivplatte auftretenden Urdarmeinsenkung, der vordere Abschnitt fließt jedoch aus einzelnen unregelmäßigen im vordersten Teil des Kopffortsatzes auftretenden unregelmäßigen Lücken zusammen, die erst sekundär mit dem hinteren Urdarmlumen sich vereinigen, ein Verhalten, das in mancher Beziehung an die von Brauer geschilderten Verhältnisse bei *Ichthyophis* anklingt. Auch am ausgebildeten Urdarm ist diese zwiefache Entstehung des Lumens noch dadurch erkennbar, dass die Verbindungsstelle beider Abschnitte etwas verengt (Fig. 5) ist.

Die Länge des Urdarmlumens ist auf der Höhe seiner Ausbildung eine recht beträchtliche (Fig. 5) und erreicht fast 1 mm, nichts desto weniger bleibt sie relativ hinter derjenigen vom Gecko und der Sumpfschildkröte zurück, da sie nur etwas über $^3/_5$ der Schildlänge ausmacht. Sehr interessant ist dagegen bei der Ringelnatter die geringe Breitenentwicklung des Urdarmlumens, sowie die in dieser Beziehung zu beobachtende außerordentliche Variabilität.

Die größte Breitenausdehnung wurde bei einem bereits im Durchbruchsstadium befindlichen Embryo beobachtet, bei dem die Urdarmbreite vorne wie hinten um 0,3 mm herumschwankte, immerhin also nur $^1/_3$ der Länge ausmachte. Bei einem anderen Embryo mit voll entwickelten Urdarm hatte dagegen das Lumen hinten nur eine Breite von 0,15 mm, in der Mitte von 0,09 mm und nahe der Spitze von 0,11 mm, in einem dritten Falle aber ging der Querdurchmesser des Lumens in der Mitte und vorne sogar auf 0,06—0,04 mm hinab, so dass in beiden Fällen das Urdarmlumen in toto betrachtet das Bild eines zwar langen, aber bereits recht engen Kanals darstellt, der in Bezug auf Ausdehnung durchaus an den Urdarmkanal der Säuger erinnert und auf Quer-

Digitized by Google

schnitten (Fig. 6, *ud*) als eine kleine rundliche oder elliptische Oeffnung in dem in seinen Seitenteilen soliden Kopffortsatz erscheint. Es liegt demnach bei der Ringelnatter eine entschiedene Tendenz zur Rückbildung der weiten Urdarmhöhle anderer Reptilien vor, sodass die Schlangen in Bezug auf ihre Urdarmverhältnisse einen sehr schönen Uebergang zu den Säugern und Vögel bilden.

In notwendiger Folge dieser Urdarmverhältnisse nimmt auch die Anlage des gastralen Mesoderms einen besonderen Charakter an, indem es in viel größeren Umfange, als das bei irgend einem anderen hierauf untersuchten Reptil der Fall ist, aus den soliden seitlichen Flügeln des Urdarms resp. Kopffortsatzes sich anlegt, so dass also in den erwähnten extremen Fällen nur ein sehr geringer Teil des definitiven gastralen Mesoderms aus der Unterwachsung durch die beiderseitigen Urdarmfalten hervorgehen kann. So werden auch in Bezug auf die Mesodermbildung bei den Schlangen Verhältnisse geschaffen, die zu denen der Säugetiere hinüberleiten.

Entsprechend dieser geringen Breitenausdehnung des Urdarmlumens vollzieht sich auch der Durchbruch desselben nach unten nicht unter so auffallenden Erscheinungen, wie das bei Reptilien mit vollständig hohlem Urdarm (*Platydactylus*, einzelne Schildkröten) notwendig der Fall sein muss. Er tritt zunächst in der vorderen Urdarmregion ein, wo sich entweder eine sich allmählich erweiternde Durchbruchstelle bildet, oder es treten zunächst mehrere, wenig in die Augen springende unregelmäßige und kleine Lücken in der unteren Urdarmwand ein, die, allmählich sich vereinigend eine größere Durchbrechung darstellen. Dadurch vereinigt sich auch hier wie bei anderen Reptilien das Urdarmlumen mit dem unterhalb der Embryonalanlage gelegenen sog. subgerminalen Raum, der Furchungshöhle, so dass der noch mit einer unteren Wandung versehene Rest des Urdarms nunmehr einen Kanal bildet, der durch Vermittlung der Invaginationsöffnung Außenwelt und Furchungshöhle + Urdarm verbindet. Dieser Kanal ist der Kupffer'sche Gang, der anfangs wie bei andern Reptilien einen sehr schrägen Verlauf hat, aber bald durch Zurückweichen seiner unteren Wand steiler wird.

Nun aber tritt etwas ein, was sofort ein helles Licht auf den oben erwähnten zwischen Kupffer und Hoffmann bestehenden Widerspruch zu werfen im Stande ist.

Der Kupffer'sche Gang persistiert nicht, sondern kommt im Gegenteil bereits auf einem sehr frühen Stadium zum Verschluss und zwar schon bei Embryonen, bei denen noch keine Andeutung der Medullarwülste vorhanden ist. Auf Querschnittserien findet man auch nicht mehr die leiseste Andeutung desselben, so dass dadurch vollkommen erklärt ist, weshalb Hoffmann ihn bei Schlangenembryonen mit offner Medullarrinne vermisste. Denselben Befund liefern auch

Digitized by Google

sehr viel ältere Embryonen und erst wenn eine recht große Zahl vor Ursegmenten aufgetreten ist, kommt es wie beim Gecko zu einem neuen Durchbruch, der dann die Verbindung zwischen Medullar- und Darmrohr herstellt und den bereits von Kupffer und Hoffmann gesehenen Canalis neurentericus s. str. darstellt.

So ist also der Widerspruch in den Angaben beider Forscher nur ein scheinbarer, durch die bisherige lückenhafte Kenntnis der Schlangenentwicklung bedingter. Beide Autoren haben mit ihren thatsächlichen Angaben Recht, nur die dem Widerspruch Hoffmann's zu Grunde liegende stillschweigende Voraussetzung, dass der Canalis neurentericus wie bei der Eidechse eine kontinuierliche Bildung sei, war unrichtig. [29]

Ueber besondere Zellen in der Leibeshöhle der Nematoden.

Von **W. Schimkewitsch.**

A. O. Kowalewsky hatte die Gefälligkeit mir einige freilebende Nematoden aus dem Schwarzen Meere zu übergeben, welche er aus Sewastopol mitgebracht hatte. Es ist mir nicht gelungen, diese Form genau zu bestimmen, doch muss sie augenscheinlich der Gattung *Oncholaimus* (Duj.) Bast. nahestehen. Die Aehnlichkeit mit der genannten Gattung beruht auf dem Vorhandensein einer mit Chitin ausgekleideten Mundhöhle, in welcher sich drei Chitinzähnchen vorfinden, und welche augenscheinlich von beweglichen Papillen-tragenden Lippen umgeben wird; die Papillen werden intra vitam durch Methylenblau gefärbt. Bei der aus dem Schwarzen Meere stammenden Form fehlen jedoch die der Gattung *Oncholaimus* eigenen Seitenorgane. Ohne mich mit der Beschreibung dieser, nur ein faunistisches Interesse bietenden Form aufzuhalten, will ich nur der Färbung erwähnen, welche beim lebenden Tiere gewisse Zellen annehmen, die in der Leibeshöhle dieses Nematoden liegen, wenn man dem Seewasser eine geringe Quantität Methylenblau zusetzt (Fig. 1). Wird dem Seewasser anfänglich Neutralrot zugesetzt, so färben sich die Zellen der Medianfelder und der Seitenfelder, die Zellen der Geschlechtsgänge und zum Teil auch die Muskelzellen. In den Zellen der Median- und Seitenfelder sowie der Geschlechtsgänge färben sich die einzelnen Granulationen, in den Muskelzellen dagegen sammelt sich der Farbstoff in Gestalt von vakuolenartigen Anhäufungen. Führt man einen so behandelten Nematoden aus dem Neutralrot in eine schwache Lösung von Methylenblau über, so werden die erwähnten, in der Leibeshöhle gelegenen, Zellen und speziell die in ihnen enthaltenen Granulationen blau gefärbt, und der Darm nimmt eine bläulich-grünliche Färbung an. Auf diese Weise erhält man eine schöne vitale Doppelfärbung. Die Färbung jener rätselhaften Zellen kann man auch auf Schnitten erhalten, wenn man

den mit Methylenblau gefärbten Nematoden zuvor mit einer gesättigten Lösung von pikrinsaurem Ammonium (während einiger Stunden) behandelt und dann auf einen Tag in 5% molybdänsaures Ammonium überführt, worauf das Objekt in Xylol gelegt und dann in Paraffin eingebettet werden kann; hiebei erhält sich die Färbung der genannten Zellen, nur dass sie in Lila übergeht.

Fig. 1.

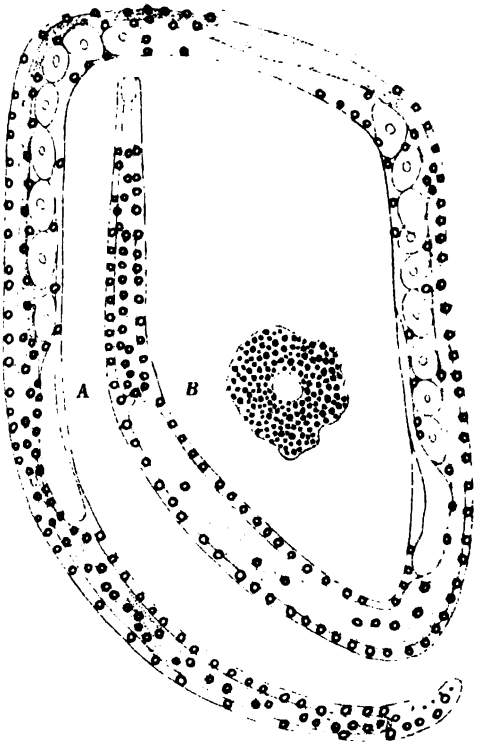


Fig. 1 *A*, Freilebender weiblicher Nematode [*Oncholaimus* (?) sp.] nach eintägigem Aufenthalt in schwacher Methylenblaulösung. *B*. Eine einzelne der blutreinigenden (peritonealen?) Zellen; stark vergrößert.

Die betreffenden Zellen finden sich über den ganzen Körper des Wurms verteilt, kurz nach dem Vorderende beginnend bis zum Hinterende des Tieres. Sie sind annähernd in vier Reihen angeordnet: einer dorsalen, einer ventralen und zwei Seitenreihen. Diese Anordnung tritt am Vorder- und Hinterende des Tieres mit größerer Deutlichkeit zu Tage. In der Region der Genitalöffnung sind alle vier Reihen unterbrochen, und in diesem Abschnitt des Körpers fehlen die genannten Zellen ganz. Die meisten Zellen enthält die dorsale, die wenigsten Zellen die ventrale Reihe. Bei den Männchen scheint die Zahl der Zellen geringer zu sein als bei den Weibchen und der mittlere Leibesabschnitt bei den Männchen enthält deren eine verhältnismäßig geringe Anzahl. Die Anordnung in Reihen ist im hinteren Körperabschnitt des Männchens nicht so deutlich ausgeprägt wie im entsprechenden Abschnitt des Weibchens, und überhaupt lagern sich diese Zellen, beim

Digitized by Google

Männchen sowohl als beim Weibchen, häufig in Gruppen zu zweien und dreien, wodurch die Anordnung in Reihen beeinträchtigt wird. Die fraglichen Zellen erreichen bisweilen eine beträchtliche Größe und ihre Gestalt ist unregelmäßig. Während der Kern von dem Methylenblau nicht tingiert wird, nehmen die Granulationen sehr lebhaft die Färbung an. Am lebenden Objekt kann man bemerken, dass einige dieser Zellen sich mit dem Darm zusammen bewegen und folglich mit demselben fest verbunden sind. Auf Schnitten (Fig. 2, *B*) durch Objekte, welche, ohne vorherige Methylenblaufärbung mit Boraxkarmin gefärbt wurden, sind die fraglichen Zellen ebenfalls leicht aufzufinden: ihr Protoplasma bleibt hell, während der Kern sich lebhaft färbt. Diese Zellen befinden sich zwischen dem Darm und der Körperwandung, bisweilen den Zellen der Seiten- und Mittellinien anliegend, oder aber sie liegen den Muskelzellen an, und dringen dann tief zwischen dieselben ein.

Fig. 2.

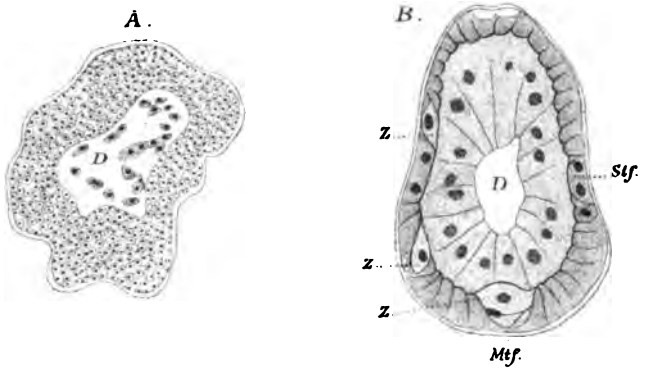


Fig. 2. *A* = Querschnitt durch ein Jugendstadium eines freilebenden Nematoden; *B* = Querschnitt durch ein erwachsenes Individuum; *Stf* = Seitenfeld; *Mtf* = Mittelfeld; *Z* = blutreinigende Zellen; *D* = Darmhöhle.

Als ich über diesen Gegenstand in der Sitzung der Gesellschaft der Naturforscher zu St. Petersburg berichtete, erinnerte A. O. Kowalevsky daran, dass die sogenannten Mastzellen im Bindegewebe der Wirbeltiere sich ebenfalls mit Methylenblau färben, doch lassen sich diese letzten Zellen auch durch viele andere Anilinfarben färben. Andrerseits wird man unwillkürlich an die Gordiiden mit ihrer quasi peritonealen Schicht erinnert.

Unter den mir zur Verfügung stehenden Nematoden befand sich auch ein junges Exemplar, doch kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, ob er wirklich zu derselben Art gehörte wie die erwachsenen Individuen. Auf Schnitten (Fig. 2, *A*) durch dieses Exemplar ist die ganze, zwischen dem Darm und der Körperwand befindliche Höhlung mit mehrschichtig angeordneten Mesodermzellen erfüllt. Ein ähnliches Stadium machen auch die Gordiiden durch, und es ist daher sehr mög-

Digitized by Google

lich, dass die anfangs erwähnten Zellen den Ueberrest jener kompakten Mesodermanlage vorstellen, welche in der Bildung der Muskulatur und der Genitalorgane aufgegangen ist. Man wird daher die Vermutung aussprechen können, dass die freilebenden Nematoden überaus alte Formen sind, und dass bei ihnen ein Homologon des den Gordiiden eigentümlichen peritonealen Epithels erhalten blieb, nicht aber in Gestalt einer ununterbrochenen Schicht, sondern in Gestalt zerstreuter Zellen. Es entsteht daher die Frage, ob die Nematoden in der That Tiere mit nur primärer Leibeshöhle vorstellen, oder aber bei ihnen die sekundäre Leibeshöhle verloren gegangen ist? Die Differenzierung des Mesoderms in Gestalt zweier Urmesodermzellen und in Gestalt zweier Mesodermstreifen während der Entwicklung der Nematoden erinnert außerordentlich an die Entwicklung des Genito-Mesoderms der Anneliden.

Auf Fig. 14 Taf. VII bildet De Man eine Gruppe von Zellen ab, welche er bei *Oncholaimus fuscus* beobachtet hat, und welche er als postanale Zellen bezeichnet. Die Bedeutung dieser Zellen blieb ihm unbekannt (De Man, Nordsee-Nematoden, Leipzig, 1896). Es ist sehr möglich, dass diese Zellen dieselben wie die von mir beschriebenen sind, und dass De Man die zu hinterst im Körper liegenden Zellen gesehen hat. Derselbe Autor erwähnt bei derselben Art die Anwesenheit von Zellen, welche riesige Fettvakuolen enthalten. Metalnikoff (Bull. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, 1897, T. VII, Déc., Nr. 5) beschreibt in der Leibeshöhle von *Ascaris megalocephala* vier phagocytäre Zellen (vergl. auch die Aufsätze von Nassonoff und Spengel im Zool. Anz., 1897).

Es ist sehr leicht möglich, dass die Fettzellen von *Oncholaimus fuscus* und die phagocytären Zellen von *Ascaris* Ueberreste derselben peritonealen Schicht repräsentieren, welche bei *Ascaris* auf 4 Zellen reduziert worden ist.

Was die Funktion der von mir beschriebenen Zellen betrifft, so ist es äußerst wahrscheinlich, dass sie eine blutreinigende ist.

Einige Farben, wie z. B. Indigokarmin, werden von den Zellen des Darms der Nematoden festgehalten, wie ich dies an den freilebenden Nematoden des weißen Meeres beobachten konnte (Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, 1897); auch andere Farben, welche vermöge ihrer außerordentlichen Löslichkeit in die Leibeshöhle eindringen, werden von den oben beschriebenen Zellen zurückgehalten; doch ist dies nicht bei allen Farben der Fall: Neutralrot z. B. wird von den genannten Zellen nicht zurückgehalten, obgleich es die Mehrzahl der Organe des Wurmes färbt. [42]

Digitized by Google

Von den Beziehungen der Dotterelemente zu den Keimblätterzellen.

Von Prof. **M. Lavdowsky** und Dr. med. **N. Tischutkin.**

(Histologisches Laboratorium bei der k. milit.-mediz. Akademie in St. Petersburg.)

Während unserer Versuche mittelst moderner Methoden die Entstehungsquellen und die gegenseitigen Beziehungen der drei Keimblätter bei Hühnerembryonen möglichst genau zu prüfen, fanden wir, wie unklar noch und bei weitem gar nicht die Frage gelöst ist sowohl in Betreff der Entstehung des Hypo- und Mesoblast, als auch in Betreff ihrer Elemente und deren Struktureigentümlichkeiten.

Vorzugsweise lenkten wir unsere Aufmerksamkeit auf die Struktur der weißen Dotterkugeln, die so einfach und nachlässig in der Litteratur beschrieben sind, sowie auf die Keimhaut und die unterliegenden Teile (den gelben Dotter) in den bebrüteten, besonders aber in den unbebrüteten Eiern, wo die verschiedenen Elemente noch sehr oberflächlich bekannt sind.

In Wirklichkeit aber liegen eben hier in den Dotterelementen einerseits die Urzellen der drei Keimblätter; andrerseits ist die Art und Weise der Entstehung der primären Zellen der Keimhaut oder der Keimscheibe eine wichtige biologische Frage, welche nicht vernachlässigt bleiben sollte.

Bekanntlich gehen die meisten Beurteiler der Keimblättertheorien auf Grund der Untersuchungen von Hühnerembryonen von der Voraussetzung „zweier“ fertiger „Keimblätter“ in dem noch unbebrüteten Ei aus.

Dieser Weg ist aber falsch; jedoch sehen wir die Versuche, die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter auch bei den Hühnerembryonen auf Grund der epochemachenden Gastraeatheorie von Huxley, Kowalewsky und Haeckel aufzufassen, als anwendbar an.

Nur kann man von einer „Einfaltung einer ursprünglich einfachen Zellenschicht“ (O. Hertwig) kaum reden, weil wir in den unbebrüteten Hühnereiern keine „Blätter“ sondern eben die Zellenschichten und zwar *die drei* Urschichten haben. Von den Schichten ist die zweite und dritte nichts anderes als die Masse des weißen und gelben Dotters, bestehend aus unzähligen Elementen, welche in einem kontinuierlichen genetischen Zusammenhange mit einander stehen und konsequenterweise zu der Bildung der Keimhaut sich nähern.

Vorläufig erlauben wir uns anzugeben:

I. An successiven und gut gefärbten Schnitten des Hühnerblastoderms, sowie auch an den einzelnen isolierten Elementen der Keimhaut mit der darunterliegenden Dottermasse, unterscheiden sich drei Haupt- oder Urschichten von primären Elementen:

Digitized by Google

Diese sind 1. die obere gleich unter der Dotterhaut liegende vielzellige Schicht; 2. die mittlere darunter liegende Schicht, der weiße Dotter, welcher noch reicher an eigenen Elementen ist und 3. die untere noch tiefer liegende und noch umfangreiche Schicht — der gelbe Dotter.

Die obere Schicht entsteht nach unseren Untersuchungen aus der mittleren, die mittlere aus der unteren, keinenfalls aber umgekehrt. Und so ist der genetische Zusammenhang der „Keimhaut" mit dem gelben Dotter (welcher also gar nicht als „Nutritionsdotter" allein anzusehen ist), noch lange fernerhin während der Bebrütung zu erkennen.

II. Die gesonderten zwei Keimblätter — der Epiblast und Hypoblast — erscheinen schon nach einigen Stunden unter dem Huhn oder in dem Brutofen, bei einer Temperatur von 36—38° C und zwar nach 6—8 Stunden der Bebrütung. Ganz klar aber treten die Blätter in die Augen nach 10—12 Stunden, wo auch die Entwicklung des Mesoblasts beginnt.

Wenn also die Beobachter schon in den „unbebrüteten" Eiern „die zwei" Blätter sehen wollen, so ist das entschieden ein Missverständnis, weil sie „eben gelegte", doch aber bereits im Bebrütungsprozesse begriffene Eier vor sich hatten. Anders kann man die Widersprüche nicht erklären, denn in den wirklich unbebrüteten Eiern findet man zwei Keimblätter nicht.

III. Die Anlage des Epiblast ist die oben angegebene gleich unter der Dotterhaut liegende vielzellige Urschicht, welche in dem unbebrüteten Ei klar vorliegt. Sie besteht aber niemals aus irgend welchen eckigen, abgesehen von den cylindrischen Zellen, sondern aus großen, sphärischen oder elliptischen, sehr zarten Elementen, die in sich viele Dotterkügelchen und einen oder zwei fast reife Kerne enthalten. Wir wenden uns zu den Zellen noch später zurück. Bei sorgfältiger Beobachtung des weißen Dotters sieht man die Zellen der oberen Urschichte ganz und gar aus den Elementen des weißen Dotters sich entwickeln.

IV. Die tieferen Partien der weißen Dotterelemente stellen auch die Anlage für den Hypoblast her. Aber die differenzierte bekannte Form der Hypoblastelemente erscheint erst während der Bebrütung, daher kann man den Hypoplast in den unbebrüteten Eiern nicht klar unterscheiden.

V. Der dritte Keimblatt-Mesoblast hat seine nähere Entstehung in den Elementen der Primitivstreifen, entwickelt sich also von den oberen und unteren Keimblättern. Andrerseits haben die Mesoblastzellen ihre Quelle auch in den Bildungszellen des weißen Dotters.

Am Rande der Keimhaut, in dem sogenannten Keimwulst oder Keimwalle, ist die Verwandlung der gesagten Zellen in die mesodermale,

Digitized by Google

anfänglich nur eine Einwanderung zwischen den letzteren, was schon Peremeschko gezeigt hat, am besten zu sehen.

Während der Zeit bemerkt man auch gut, dass die Zellen des unteren Keimblattes, welche noch lange im kontinuierlichen Zusammenhange mit den Elementen des weißen Dotters stehen, sich derartig entwickeln, dass die mehr und mehr sich differenzierenden letzteren Elemente wie etwa Ziegelchen den älteren Zellen anliegen.

Wir lassen aber zur Zeit die Frage über die Entwicklung der drei Keimblätter bei Seite und beschränken uns auf einige nicht weniger wichtige und bedeutungsvolle unserer Ergebnisse über die Struktur des Dotters und über die Umgestaltung der Dotterkugeln in die richtigen Keimblätterzellen.

Der Klarheit wegen erlauben wir uns den Elementen des weißen Dotters, die als „Dotterkugeln" bekannt sind, den Namen Dottercyten beizulegen; den früheren Namen aber — „Kugeln" — zweckmäßiger den kugelförmigen Einlagerungen der eben genannten Cyten allein zu verleihen. Demgemäß wollen wir die segmentierten Teile des gelben Dotters als Dottersegmente bezeichnen.

Unserer Meinung nach entstehen aus den Dottersegmenten die Dottercyten und aus den Dottercyten alle die Zellen der ersten Haupt- oder Urschichte der Keimhaut, die in dem unbebrüteten Ei als richtiger „Archiblast" angelegt sind. Die Dottercyten haben gewiss sehr verschiedene Größe und auch nicht ganz einartige Gestalt. Ihre Größe variiert von den Dimensionen der Blutzellen bis an die Größe von Fett- und Riesenzellen, und wenn die meisten von ihnen eine sphärische oder elliptische Form haben, kommen doch zwischen ihnen auch polygonale in Folge der Aneinanderpressung während der Erhärtung, vor. Trotzdem treten solche Formen sehr selten zu Tage: der größte Teil der Dottercyten sind schöne Sphären und Ellipsoïde.

Wie an den Schnitten, so zeigen auch an den einzeln isolierten Dottercyten vom frischen Ei die letzteren eine sehr dünne Membran. Oefters aber ist keine Andeutung einer solchen wahrzunehmen und die körperlichen Elemente scheinen nur aus einem klaren, zarten und zähen Protoplasma zu bestehen, in welches teils große, teils mehrere kleine öltropfenähnliche Dotterkugeln eingelagert sind. Auf allen unseren Präparaten sind die Kugeln intensiv und prägnant gefärbt, haben vollkommen regelmäßige runde Form, kommen aber in sehr verschiedenen Dimensionen und Zahlen vor: enthalten die Dottercyten ganz große Kugeln in sich, so ist die Zahl derselben 1, 2 und 3; erscheinen aber die Kugeln in kleine zerteilt, so ist ihre Zahl 10, 20—30 und mehr. In diesem Falle sind die Dottercyten sehr groß, riesenartig.

Alle die Dotterkugeln bestehen aus einer Mischung von Proteiden und Fetten, daher haben sie Aehnlichkeit mit Oeltropfen. Nach der Struktur und ihren weiteren chemischen Eigenschaften und Tink-

Digitized by Google

tionsfähigkeiten stellen sie sich als homogene oder körnige, manchmal vakuolisierte oder auch aus fädigen Knäueln bestehende und reich mit Nuklein versehene Gebilde dar.

Die eben angegebenen Eigenschaften müssen sehr wichtig sein, weil in den Nukleinstätten der Dottercyten wir die Hauptreserve des Chromatinmateriales haben, welches für die Zellenbildung so nötig ist. In der That werden wir zeigen, dass man in den Dottercyten sowohl der unbebrüteten, am reichlichsten aber in den bebrüteten Eiern ganz zweifellos die Chromatinablagerungen nachweisen kann, und dass aus denselben Ablagerungen die Karyomitosen sich entwickeln — eine Erscheinung, die umsomehr von Interesse ist, als in den Dottercyten für gewöhnlich noch kein „Kern" nachzuweisen ist.

Diese Elemente des weißen Dotters sind also cytodenähnliche Körper, jedenfalls noch keine richtigen Zellen, und bleiben als solche in dem sogenannten schlummernden Zustande in den unbebrüteten Eiern während der Anfangsstunden der Bebrütung.

Etwas anders verhalten sich die Dottersegmente d. h. die Körper vom gelben Dotter. Entgegen den klaren schönen Dottercyten sind die gelben Segmente sehr trübe oder körnige Gebilde, sie sind viel größere und unregelmäßige Klumpen oder kieselförmige Bruchstücke des gelben Dotters, in welchen absolut keine Andeutung von Kernen ist.

Trotzdem bemerkt man in ihnen zwei Bestandteile, erstens, ganz scharf abgerundete und isoliert liegende Kugeln von derselben Beschaffenheit wie die trüben Massen des übrigen Teiles der Dotterklumpen. Dieser Bestandteil kommt sehr selten vor und hat vielleicht keine weitere Bedeutung. Zweitens — und dies ist konstant und wichtig — in der Substanz von jeden gelben Segmente findet man die einzeln eingelagerten klaren großen Dotterkugeln und eine große Menge sehr gut mit Saffranin färbbarer kleineren Kügelchen; in den anderen Segmenten aber, und zwar in der Mitte derselben finden sich massenhaft angesammelte Körnchen von Chromatin, welche nun die Chromatinkugeln der Dottercyten liefern, ganz so wie dieselben Klumpen des gelben Dotters die Bildungskörper darstellen, von welchen die Elemente des weißen Dotters, die Dottercyten, sich entwickeln. Wir haben an unseren besten Objekten unzählige Mengen der Uebergangsstufen von gelben Dottersegmenten zu den Dottercyten des weißen Dotters gesehen und zwar auf dem Wege der einfachen Zerteilung der großen gelben Klumpen an die kleineren Klümpchen.

Entsprechend dem Gesagten sind, je tiefer wir den gelben Dotter betrachten, desto größer seine Klümpchen; je mehr sie sich aber dem weißen Dotter nähern, desto kleiner sind die gelben Klumpen und um so klarer

Digitized by Google

werden ihre mittleren Vorräte von Chromatin. In der erweichten Substanz der Purkinje'schen Latebra, wo sich eine Mischung von weißem und gelbem Dotter findet, können wir gelbe Segmente sehen, welche ganz große Dotterkugeln in sich haben, sowie hie und da regelmäßige runde Körper von gelbem Dotter ohne irgend welche Einlagerungen.

Alle die gelben Klümpchen oder die Segmente, die bis jetzt ganz nachlässig in der Embryologie als Nahrungskörper für die entwickelnden Hühnchen behandelt wurden, sind, unserer Ansicht nach, die allerwichtigsten Teile der zwar etwas weit liegenden und scheinbar unabhängig vom gelben Dotter sich bildenden Keimhaut oder der Keimscheibe. Daher erlaubten wir uns diese Schicht des Dotters zu gleicher Zeit als die dritte Schicht der Keimhaut oder des Blastoderms zu benennen.

Die große Bedeutung der gelben Segmente liegt eben in den hier von uns beschriebenen Vorratsansammlungen von Nuklein-Chromatin in denselben, welche entschieden chemisch aus der übrigen Dottermasse der Segmente, wie etwa Krystalle oder die Niederschläge sich ausscheiden. Und da aus denselben Chromatinvorräten der gelben Segmente die chromatischen Teile der Mitosen in den weißen Dotterelementen (in den Dottercyten) sich später entwickeln werden, so wird wohl für die Zellentheorie ein solcher Befund nicht ohne Bedeutung bleiben; er lehrt uns, dass die „Cellula e cellula" in den gewissen frühesten Stadien keine morphologische sondern eine rein chemische Urquelle hat.

Bemerkenswert ist auch, und das bekräftigt noch unsere Anschauung, der Umstand, dass zu gleicher Zeit die Ausscheidungen des Chromatins in der Substanz zwischen den gelben Segmenten sich finden, welche nach der Härtung die Form eines groben Balkennetzes hat („interglobuläres Protoplasmanetz" von W. His, Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte von His und Braune, 1876).

Verfolgen wir weiter die Umwandlungen der gelben Dottersegmente um ihre Beziehungen zu den Dottercyten (des weißen Dotters) ausführlicher zu sehen.

In den großen, resp. tiefer liegenden gelben Segmenten sind die Chromatinansammlungen kaum bemerkbar — sie sind nur im Beginne des Ausscheidens des Chromatins aus der Proteinmasse des Klümpchens. In den oberflächlich liegenden kleineren Segmenten erscheinen die Chromatinkörner klarer und schärfer, in den oberen Segmenten verschmelzen sie in größere Granula, die Segmente aber werden durch ihre Zerteilung von derselben relativen Kleinheit wie die Dottercyten des weißen Dotters.

Um nun in die letzteren überzugehen, werden die gelben Segmente für die Bildung des Chromatins verbraucht, erscheinen viel klarer,

Digitized by Google

transparenter, die Chromatinkörner aber verschmelzen in die Kügelchen und Kugeln und auf diese Weise entstehen endlich die sphärischen oder ovoiden Elemente des weißen Dotters, welche wir im obigen genug beschrieben haben.

Daselbst wurde auch besprochen, wie selten die Dottercyten echte Kerne haben, wie viele von ihnen, gleich den gelben Dottersegmenten, absolut ohne Kerne sind und daher noch in der Reihe von Cytoden stehen müssen.

Auf welche Weise nunmehr die Kerne in den Dottercyten entstehen können und wie sie in die Elemente übergehen, welche wir dann das Recht haben, als richtige „Zellen" zu bezeichnen, — das bleibt noch eine fundamentale Frage, jedoch glauben wir sie genügend sicher und zwar in Uebereinstimmung mit W. His (l. c.) zu beantworten.

Bis jetzt blieb noch im Dunkel die Existenz der karyokinetischen Erscheinungen in den Elementen des weißen Dotters. Wir kennen die Mitosen in den fertigen und sich bildenden Keimblättern, aber in den früheren Vorgängen desselben, in den Elementen des Dotters, finden sich sichere Angaben darüber nicht. Es versteht sich von selbst, dass solche Lücken in der Entwicklungsgeschichte jedenfalls ausgefüllt werden müssen.

Sowohl in den bebrüteten, als auch in den unbebrüteten Eiern fanden wir entschieden in der großen Mehrzahl der Dottercyten die Anlage der Karyomitosen, und zwar während der Bebrütung massenhaft, in den unbebrüteten Eiern aber ganz wenig. Das Hervortreten der mitotischen Bilder bemerkt man überall in dem weißen Dotter, namentlich in den Dottercyten, in der Form mehrerer sehr kleiner Anhäufungen von Chromatinkörnchen mit Verwandlung derselben in Chromatinfäden und die Bildung echter Kerne aus den letzteren ohne vorher präformierter Kerngebilde.

Diese bedeutungsvolle Erscheinung vollzieht sich in folgender Weise.

Im dem Blastoderm von 8—10—12stündigen Hühnereiern finden sich nicht nur solche Dottercyten, die Dotterkugeln und Kügelchen besitzen, sondern auch einzelne Chromatinkörnchen und Anhäufungen derselben sowohl in dem Cytoplasma der Dottercyten, als auch in der Substanz der Kugeln selbst.

Die in dem Plasma sich findenden Körnchen bemerkt man sofort, und zwar bei geringer Vergrößerung, die in den Kugeln aber mit einiger Mühe, bei stärkeren Objektiven und guter Beleuchtung.

Die plasmatischen Häufchen von Chromatinkörnchen liegen entweder nach oben, oder unten, oder auch neben den Kugeln. Die ganz kleinen Granula erscheinen aber stark lichtbrechend und gefärbt, sie sind größtenteils rundlich, seltener eckig, später aber stäbchen- und fadenförmig. Während der Be-

Digitized by Google

brütung vermehren sie sich sehr rasch und in großer Menge und können fast in allen Dottercyten entdeckt werden.

In der Substanz der Dottercytenkugeln erscheinen die Chromatingranula immer sehr dicht gelagert und stärker gefärbt, deshalb verlieren die Kugeln ihr homogenes Aussehen, sie werden körnig oder schon mit dem Knäuel von Stäbchen und Fäden durchsetzt.

Zu bemerken ist hier, dass in den Dotterkugeln der unbebrüteten Eier sehr oft und in großer Zahl Vakuolen vorkommen; die zwischen ihnen liegenden Reste der übrigen Substanz kann man wohl für die Körner und Balken des Chromatins halten. Doch denken wir solche Verwechslung auszuschließen.

Die in dem Cytoplasma sich findenden, bald abgerundeten, bald ovoiden, oder schon kurzcylindrischen, stäbchenförmigen Granula sind teils zerstreut unregelmäßig, teils gruppieren sie sich in Sphäroide und Pyramiden, liegen eine auf der anderen, entweder excentrisch in dem Körper der Dottercyten, oder ganz knapp den Dotterkugeln an.

Im letzteren Falle scheinen die Häufchen eine Dreieckform zu haben, sitzen mit der Basis fest den Kugeln auf und nehmen ihr neues Chromatinmaterial von den Nukleinen der Kugeln auf, welche so mit der Zeit gänzlich verbraucht werden.

Ist die Kugel groß und das Chromatinhäufchen entwickelt sich einzig und klein, so verbraucht die Kugel sehr wenig, kaum merklich, weil sie nur wenig Nuklein der daneben sich entwickelnden Mitose abgiebt. Ist aber die Sache umgekehrt: die Kugel klein, oder die sich bildende Mitose hat ihren Platz in der Substanz der Kugel selbst, so wird dieselbe sehr bald ganz und gar verbraucht und hinterlässt in der Dottercyte nur einen Knäuel von Chromatinstäbchen, als nähere Vorstufe für einen richtigen „Kern".

Wir haben Hunderte solcher Dottercyten innerhalb der weißen Dottermasse gesehen, am Boden des Blastoderms (resp. in dem Gebiete der Gastrulahöhle) und gerade nach unten und seitlich vom Hypoblast, weniger in dem mittleren Keimblatte, neben dem Keimwalle, und noch weniger in der Mitte des Mesoblast. Es ist ersichtlich, dass während der Bebrütung, sobald der Mesoblast sich zu entwickeln beginnt, seine Zellen auch von der Seite der weißen Dotterelemente sich vermehren.

Die Mitosen in der Dottercyte entstehen nicht ganz nach dem bekannten Typus: aus den Chromatinkörnchen gebildete Stäbchen und Fäden formieren die Knäuel, Kranzformen (sehr oft), etwa die Mutter- und Tochterkerne, aber nicht in regelmäßig successiver Reihe und die einzelnen Teile der Mitosengranula und Fäden unterscheiden sich von denjenigen der ausgewachsenen Zellen durch ihre Kleinheit und sehr dichte Aneinanderlegung in dem Cytoplasma und in seinen Kugeln.

Digitized by Google

In den unbebrüteten Eiern ist es viel schwieriger die Entstehung der Kerne zu verfolgen, weil alle die Elemente noch in Ruhe sind und die Lebensprozesse überaus langsam sich vollziehen. Doch haben wir bemerkt, dass auch in diesem Falle die Kerne ebenso aus den Chromatinreserven des Plasmas und der Dotterkugel von Dottercyten sich entwickeln.

In der oberen Urschichte, namentlich in ihren sphäroidalen Zellen, erscheinen die Kerne als noch unreife, aus Chromatin bestehende, etwa wie die Nukleolen-Körperchen, welche man jedoch, bei gelungener Färbung, klar von den Dotterkugeln unterscheiden kann. Der „Archiblast" in dem unbebrüteten Ei „schlummert" noch. — Die Kerne seiner Zellen sind noch in vollster „Ruhe".

Bevor wir weiter gehen, müssen wir hier erinnern, dass unsere neuen Ergebnisse über die Herkunft der Chromatineinlagerungen in den Dotterelementen der Hühnerkeimhaut auf Kosten der Nukleinreserve des Cytoplasmas und der Dotterkugeln gewiss nicht als etwas absolut Neues angesehen werden können, weil von Seite des Ersteren von uns schon nachgewiesen wurde, dass bei den niederen Wirbeltieren die Chromatinkörner ihre Ursubstanz von den Nukleinen der sogen. Dotterplättchen entnehmen (Anatom. Hefte von Merkel u. Bonnet, 1894: Ueber die Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanzen in den tierischen und pflanzlichen Zellen).

Nunmehr sehen wir, dass auch bei den höheren Wirbeltieren dieselben Urquellen der Chromatinkörner bestehen — nämlich in den Aequivalenten der Dotterplättchen, in den Dotterkugeln der Hühnereier.

Bei der weiteren Verfolgung des gebildeten Chromatins in den Dottercyten können wir auch solche Stadien erkennen, welche uns lehren, wie aus den obigen mitotischen Anlagen die richtigen Kerne sich entwickeln.

Soviel wir sehen konnten, bildet sich zuerst in den Momenten des Ruhestandes des Chromatins, die achromatische Substanz und zwar in Gestalt eines helleren Hofs um die chromatische Anlage in dem Cytoplasma. Nach und nach schreiten die karyokinetischen Vorgänge vorwärts, die gebildeten Tochtermitosen werden verdichtet in die Form kleiner runder „Kerngebilde" und auf diese Weise bekommen wir in dem jetzt abkonturierten Achromatin mit dem kreisrunden Kernkörper das Bild von einem richtigen „Kern".

Eben solche Kerne sehen wir in den sphäroidalen Zellen der oberen Haupt- oder Urschichte der Keimhaut vom bebrüteten Ei, sowie in dem Keimwalle, wo nicht selten auch größere und mit mehreren Kernen versehene Bildungszellen vorkommen.

Alle die Kerne entstehen also nicht einfach auf dem Wege „omnis nucleus e nucleo", sondern in einem gewissen

Digitized by Google

Grade (aber eben nur in dem Sinne) spontan. Sie bilden sich nämlich aus dem präformierten Chromatinmaterial (der Dottercyten), welches einerseits in den Elementen der (gelben) Dottersegmente seine Ursprünge hat und wo es *chemisch* und regulär durch die Metamorphose der Proteinstoffe des Protoplasmas sich ausscheidet.

In den so begründeten Sätzen, welche gewiss nicht nur für die Embryologie der Hühnchen, sondern für die allgemeine Biologie am wichtigsten sein sollen, finden wir endlich den sehnlich erwarteten Ausgangspunkt für die Zellenlehre, soweit die letztere in der Virchow'schen Formel „omnis cellula e cellula" ihren Ausdruck findet.

Zum Schlusse müssen wir die letzte Frage beantworten:

Können nach der Entwicklung der richtigen Kerne die Dottercyten sich in Keimblätterzellen verwandeln?

Wir verfolgten die Verwandlungen Schritt für Schritt, besonders in dem seitlichen Gebiete des Hypoblasts von bebrüteten Eiern, wo die Dottercyten, wie es früher von uns angegeben wurde, wie etwa Ziegelchen den Hypoblastzellen anliegen.

Die Dottercyten, welche jetzt die reifen Kerne in sich tragen, unterscheiden sich von den früheren dadurch, dass die in ihnen sich findenden kleinen zerteilten Dotterkügelchen sich färben, schwächer als die Kerne, und die letzteren nehmen lieber die blauen, als die roten Farbstoffe auf (nicht immer der Fall, aber doch sehr oft!).

Die cyanophilen Kerne sieht man fast überall in den reifen Zellen der drei Keimblätter, wenn man Doppelfärbungen vorgenommen hat, z. B. Hämatoxilin und Eosin, oder Säure-Fuchsin und Hämatoxilin.

Mittels Hämatoxilin färben sich die Chromatinkernkörper und das Chromatin des Kernachromatins blau, dagegen färbt Eosin am vorzüglichsten die Dotterkugeln, welche jedoch das Fuchsin nicht aufnehmen, oder nur schwach. Von großer Bedeutung für das Gelingen der Färbung ist in erster Linie die Fixierungsmethode: wir benutzten Sublimat- und Pikrinsäurelösungen und erhärteten die Eier bald rasch, bald langsam und successiv mit nach und nach sich steigernden Lösungen. Wir haben aber jetzt keine Zeit und keinen Platz hier um in diesem Augenblicke noch ausführlicher über die Methode zu sprechen. Man muss auch nicht vergessen, von wie großer Bedeutung die ausgearbeitete Uebung ist, die Hühnereier zu behandeln. Ohne solche Uebung bekommt man ganz schlechte Bilder.

In den bebrüteten Eiern sind die Dottercyten kleiner, aber zwischen ihnen kommen auch ganz große Bildungszellen — Riesenzellen — vor. Sie enthalten viele Kerne und Dotterkugeln, von welchen die letzteren blass oder rot gefärbt erscheinen, die Kerne aber blau. Besonders in

Digitized by Google

den Zellen, wo die Kerne in Ruhe sind, erscheinen sie in ihren Nukleolen mehr blau als rot, oder haben gemischte violette Töne.

Alle die Dottercyten haben überaus zartes, leicht zerfließendes Protoplasma, daher ist jede Untersuchung der Elemente im frischen Zustande fast unmöglich. Natürlicher Weise teilt sich das so zarte Protoplasma der Dottercyten sehr leicht in Stücke und liefert ohne Mühe die Reihe junger Elemente, von welchen einige kernlos erscheinen, die anderen schon reife Kerne besitzen. Was die kernlosen Elemente anbetrifft, so ist vielleicht ihr Kern nur dem Auge nicht wahrnehmbar, weil in allen den Elementen viele noch kleinere Dotterkügelchen eingelagert sind und der Beobachter bei weitem nicht immer zwischen ihnen irgend welche Kerngebilde unterscheiden kann.

Die durch Teilung entstandenen Zellenstücke zeigen kaum eine Begrenzung, doch bei aufmerksamer Betrachtung kann das Auge eine endothelähnliche Plattenform wahrnehmen, und zwar überall, wo die neuen Zellen für das Hypoblast bestimmt sind.

Nach dem Formgesetze von Henle-Ranvier müssen solche Zellplatten, sobald sie von der Seite zu Gesicht kommen, als „Spindelchen" erscheinen und eben an den Querschnitten der Keimhaut ist der Hypoblast in seiner ganzen Ausdehnung, exklusive der Randteile, wo er peripherisch wächst, gerade aus einer Reihe solcher „Spindelzellen" gebaut.

In der peripherischen Zone des Blastoderms, neben dem Randwulste, sind die zu „Spindeln" gebildeten Bildungszellen ovoid, groß und nur sehr wenig abgeplattet. Je mehr wir aber der Mitte der Keimhaut uns nähern, desto mehr platten sich die Zellen ab und sind in Profilansicht als Spindelchen zu erkennen. Im dem Gebiete der später auftretenden Primitivrinne beginnen die Hypoblastzellen wieder ihre Form zu verändern — weil sie jetzt in das Mesoderm aufgenommen werden, wo die mehr, nach Gestalt und Form, komplizierten Zellengattungen gelagert sind. Und doch behalten die meisten von den Zellen des Hypoblast ihre platte Grundform auch in den Mesoblast —, daher haben wir in dem ausgewachsenen Bindegewebe schon frühzeitig die abgeplatteten endothelähnlichen Elemente, deren Urquellen bis jetzt so dunkel waren.

Wenn wir also unsere Beobachtungen resümieren wollen, so kommen wir zu dem Schlusssatz: Die Elemente des weißen Dotters, d. h. die von uns sogenannten Dottercyten sind die Hauptelemente für die drei Keimblätter und eben diese cytodenähnlichen Körper des Dotters liefern alle späteren mit Kernen versehenen d. h. richtige Zellen der Keimhaut. Die Haupt- oder Urschicht des Blastoderms ist die obere vielzellige Schicht. Das ist

Digitized by Google

ein wirklicher „Archiblast“ — die bekannte His'sche Benennung —, welche nun, denken wir, alle Embryologen annehmen können.

Die Dottercyten sind Abkömmlinge des gelben Dotters und entstehen aus eigenartigen Klumpen — den Dottersegmenten — deren reichliche Proteid-Substanz Chromatin liefert, die Nuklein-Chromatinkugeln die Elemente des weißen Dotters (die Kugeln der Dottercyten). Die nukleoide chromatische Substanz des gelben Dotters entsteht entschieden chemisch. Also trotzdem scharfe anatomische Unterschiede zwischen dem gelben und weißen Dotter bestehen, sehen wir doch nicht scharfe mikroskopische und physiologische Differenzen zwischen den beiden Arten von Dotter und müssen die Unterschiede nicht allzusehr betonen.

Obwohl wir weder können noch es wünschen, den allbekannten Virchow'schen Satz „omnis cellula e cellula“ und die modernen Nebensätze „omnis nucleus e nucleo“ etc., zu erschüttern, so sehen wir doch in der Natur, dass die Zellenentwicklung und die Zellenvermehrung auf mehreren, manchmal sehr komplizierten Wegen sich vollziehen. Und da vielleicht auch diese uns jetzt bekannten Wege der Zellenentwicklung nicht als vollständig erschöpfend angesehen werden können, so ist es fraglich, ob solch schwierige Aufgaben durch eine einfache Formel gelöst werden können. [48]

Die Protozoënkeime im Regenwasser.

Von Dr. G. Lindner,
Generalarzt a. D. in Cassel.

Die Anschauungen über den Wert und die hygienische Bedeutung des Regenwassers haben sich seit der Erweiterung unsrer Kenntnisse über die Verbreitung der gesundheitsschädlichen Mikroorganismen in Luft und Wasser durch die Bakteriologie wesentlich verändert. Früher hielt man das aus der atmosphärischen Luft niedergeschlagene Wasser für wenigstens annähernd so rein wie das destillierte Wasser und es durfte deshalb als Aqua communis, — worunter nach den Erläuterungen der Pharmacopoeen auch möglichst reines Brunnen- oder Leitungswasser zu verstehen war — in den Apotheken zur Arzneibereitung mit verwendet werden. Hinsichtlich der Anfertigung von Infusionen und Dekokten lässt sich dagegen auch kein Einwand erheben, wohl aber kommt bei der Bereitung von Salzlösungen, Saturationen, Augenwässern u. s. w. die Reinheit des dazu benutzten Wassers ganz besonders in Betracht. Erst die vor zwei Jahrzehnten für das deutsche Reich gesetzlich eingeführte Pharmacopoea germanica hat zufolge der richtigen Erkenntnis, dass auch das filtrierte Brunnen- und Regenwasser nicht immer frei ist von pathogenen Mikrobien und von anorganischen Schädlichkeiten, die Aqua communis aus den Apotheken verbannt und sie

Digitized by Google

gestattet zur Arzneibereitung fortan nur die Benutzung von Aqua destillata. In den wasserarmen Gegenden, wo der Regen meist auf den Dächern der Häuser gesammelt und von da in besondere Wasserbehälter (Cisternen) geleitet wird, um zu wirtschaftlichen Zwecken und selbst als Trinkwasser verwendet zu werden, hat man thatsächlich öfters Gelegenheit gehabt, in dem Regenwasser die veranlassende Ursache gewisser Infektionskrankheiten, namentlich der Malaria und des Typhus kennen zu lernen.

Vergl. darüber die Mitteilungen von Prestel in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin, Bd. XVI, 1872, S. 336 ff., ferner Erismann, Gesundheitslehre, 1885, S. 100 u. s. w.

Obschon nun hauptsächlich durch das Sammeln und Aufbewahren des Regenwassers in den Reservoirs — mögen diese offen oder bedeckt sein — der Entwicklung von pflanzlichen und tierischen Lebewesen im Wasser Vorschub geleistet wird, so beobachtet man doch recht häufig, dass sich lebens- und entwicklungsfähige Mikroorganismen mehr oder weniger zahlreich im Regenwasser befinden, auch wenn man die wässerigen Niederschläge aus der Luft, auf frei gelegenen Plätzen, in rein gehaltenen Gefäßen sammelt und in reinen mit Watte verschlossenen Gläsern aufbewahrt. In solcher Weise habe ich seit Jahr und Tag öfters mikroskopische Untersuchungen und längere Zeit fortgesetzte Beobachtungen des gesammelten Regenwassers vorgenommen und meine Aufmerksamkeit vorzugsweise den darin enthaltenen Protozoënkeimen zugewendet. Von der näheren Bestimmung seines Bakteriengehaltes habe ich gewöhnlich wegen mangelnder Uebung auf bakteriologischem Gebiete Abstand genommen.

Ich bediene mich zu diesem Zweck folgender Methode:

Um die Entwicklung und Belebung der im Regenwassar enthaltenen tierischen Keime zu fördern, mische ich das gesammelte Wasser nach vorgenommener mikroskopischer Untersuchung zunächst mit Flüssigkeiten, in denen die Protozoënkeime gut gedeihen. Hierzu gehört vor allem frisch bereiteter abgekühlter Heuaufguss. Gewisse Protozoën lieben dagegen besonders tierisches Eiweiß enthaltende Flüssigkeiten, wie Fleischbrühe oder Fleischextraktlösung, wässrige Milch, oder Blutserum, bezw. mit abgekochtem Wasser verdünntes Tierblut u. s. w. — Durch ihre eminent rasche Vermehrnng und die dadurch erzeugten Stoffwechselprodukte führen die Protozoën in der Regel alsbald eine faulige Zersetzung dieser eiweißhaltigen Nährsubstrate herbei.

Während die Mehrzahl dieser kleinen Lebewesen in der faulenden Nährflüssigkeit gewöhnlich bald abstirbt, giebt es auch einzelne Arten, welche in der Fäulnis vorzugsweise gut gedeihen und sich zahlreicher darin vermehren wie in frisch bereiteten Heuaufgüssen. Hierzu gehören namentlich die in Sumpf- und Schmutzwässern lebenden Protozoën, deren Keime beim Eintrocknen des Nährbodens sich öfters als

widerstandsfähige Dauercysten in der atmosphärischen Luft verbreiten und demnach nicht selten im Regenwasser nachweisbar sind".

Die Erscheinungen bei den in den Jahren 1894 bis 1897 ab und zu von mir vorgenommenen Untersuchungen des Regenwassers auf Protozoën waren übrigens je nach der Jahreszeit, Lufttemperatur, Windstärke und Windrichtung u. s. w. sehr verschieden. Bei der ersten der Vermischung mit den angeführten Nährflüssigkeiten vorangehenden mikroskopischen Untersuchung fand ich darin öfters außer einigen Pflanzenzellen von Algen, Pilzen, oder Flechten — mehr oder weniger zahlreiche Infusoriencysten von verschiedener Größe, teils vereinzelt, teils Gruppenweise vereinigt, im Sommer zuweilen Spuren von Blütenstaub, außerdem manchmal Kohlenteilchen aus dem Schornstein einer nahe bei meiner Wohnung gelegenen Fabrik, Sandkörnchen u. dergl. m. Nach dem Zusatz von Heuaufguss, bezw. Fleischbrühe, oder Blutserum bildete sich in der Regel nach 1 bis 2 Tagen auf dem Wasserspiegel eine Kahmhaut, deren Bakterien — besonders in Fleischextraktlösung — sehr lebhafte Eigenbewegung zeigen. In dieser Kahmhaut kommen gewöhnlich auch die etwa vorhandenen tierischen Keime zur Entwicklung. Zuerst erschienen nach 2 bis 3 Tagen gewisse Geißelinfusorien, — meist waren dies mit zwei Geißeln ausgestattete Monadinen, fast gleichzeitig bemerkte man mehr oder minder zahlreiche weiße, sporenartige Körperchen, zum Teil von der Größe der Blutkügelchen, großenteils viel kleiner, wie diese. Gewöhnlich waren sie anfangs unbeweglich, zeigten jedoch nach einigen Tagen — wenigstens teilweise — Bewegungs-Erscheinungen, namentlich wenn sie gleich von vornherein in zahlloser Menge auftraten.

Nach 3 bis 8 Tagen, zuweilen noch viel später, fanden sich in dem hiesigen Regenwasser öfters vollständig ausgebildete sehr gewandt rückwärts schwimmende und dabei häufig um ihre Körperaxe sich drehende stiellose Vorticellen, welche sich gewöhnlich in ein paar Tagen millionenfach vermehrten. Das sind dieselben Ciliaten, die ich früher schon öfters aus dem Schmutzwasser von Schwemmkanälen, sowie aus allerhand Abfall und Sumpfwässern durch geeignete Züchtung hervorgelockt und in verschiedenen Zeitschriften beschrieben habe. Es sind Abkömmlinge der überall in stehenden Wässern in zahlreicher Menge sich vorfindenden gestielten Vorticelliden, welche durch ihre energischen Kontraktionen beim Einkapseln äußerst widerstandsfähige Dauercysten bilden, die durch den Wind öfters in der Luft verweht werden. Wenn man diese Cysten in tierischen Nährflüssigkeiten züchtet, sieht man sie oft als *stiellose* Formen wieder aufleben.

Nächst den Vorticellen habe ich hier in Cassel aus dem Regenwasser mehrmals auch eine spezifische Paramäcienart gezüchtet und zwar die kleine unter dem Namen *Paramaecium putrinum* bekannte Form (s. Figur 3).

Digitized by Google

Mitunter kamen auch einzelne große hypotriche Ciliaten — *Stylonychia mytilus* — zur Entwicklung, welche ausschließlich in Heuaufguss gediehen und immer nur kurze Lebensdauer hatten.

Von den niedersten tierischen Organismen habe ich bei meinen Untersuchungen nur ein paar Mal amöbenartige Formen im Regenwasser nachweisen können; Gregarinen und Coccidien habe ich niemals darin gefunden. Wahrscheinlich besitzen ihre in der Atmosphäre unter Umständen sich verbreitenden Kapseln nicht die Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit wie die Dauercysten der Geißelmonaden und gewisser Ciliaten.

Bei den früher vorgenommenen Untersuchungen des Regenwassers auf seinen Protozoëngehalt hatte ich nur der nachweisbaren Verschiedenheit des Befundes in warmer oder kalter Jahreszeit meine Aufmerksamkeit zugewendet. In dieser Hinsicht ergab sich, dass jene tierischen Mikrobien auch aus Schnee- und Eiswasser, wenigstens bei mäßiger Kälte bis — 5° R sich züchten lassen, obschon ihre Wiederbelebung hier langsamer erfolgt, wie in der warmen Jahreszeit. Nach erlangter vollständiger Entwicklung aber sind die aus Schneewasser ins Leben zurückgerufenen Protozoën gewöhnlich ebenso kräftig — und in der Stubenwärme gezüchtet — durch enorm rasche Vermehrung sich auszeichnend, wie die im Sommer mit dem Regen niedergeschlagenen und durch geeignete Züchtung wieder belebten Protozoënkeime. Gegen Kälte sind diese Mikrozoen überhaupt widerstandsfähiger, wie gegen hohe Wärmegrade; eine Erhitzung ihrer Nährflüssigkeit über 40° C können weder Flagellaten noch Ciliaten vertragen.

Nach den seither gemachten Beobachtungen sind jene im Regenwasser nachweisbaren lebens- und entwicklungsfähigen tierischen Keime zwar größtenteils indifferent und unschädlich, jedoch fanden sich zeitweise darin auch anscheinend aus Sumpf- und Schmutzwässern stammende Cysten gewisser des Parasitismus bei Menschen und Tieren dringend verdächtiger Protozoënarten; das sind namentlich die schon erwähnten Monadinen und die stiellosen Vorticellen, welche namentlich in animalischen Nährstoffen, in Blutserum oder in verdünntem Tierblut gut gedeihen. Vom Standpunkte der Hygiene hielt ich es deshalb für zweckmäßig, regelmäßig von Fall zu Fall fortlaufende Untersuchungen und Beobachtungen des Regenwassers in der angegebenen Weise vorzunehmen. Die Ergebnisse dieser im vergangenen Jahre begonnenen Versuche dürften meines Erachtens in hygienischer Beziehung nicht ganz wertlos sein und gestatte ich mir deshalb, sie in diesem Aufsatz zur Kenntnis weiterer Kreise zu bringen.

In den beiden ersten Monaten des Jahres 1898 gab es hier in Cassel viele Regentage und nur wenig Schneefall. In dieser Zeit habe ich das Regenwasser nur zwei Mal — am 24. Januar und am 16. Februar — gesammelt und näher untersucht. Im Januar fand ich nach

Digitized by Google

5 bis 6 Tagen Trichomonaden, die sich bald zahlreich vermehrten und außerdem einige hypotriche Infusorien mit Hakenfüßen (Stylonychien) die jedoch bald wieder verschwanden, ohne sich zu vermehren. Im Februar kamen nur Monadinen zur Entwicklung.

Im März und April war ich durch andauerndes Kranksein verhindert, mit Untersuchungen des Regenwassers mich zu beschäftigen.

Von da ab sammelte ich den Regen 3 Mal im Mai, 2 Mal im Juni — vom 20. Juni bis 23. Juli war ich verreist — 2 Mal Ende Juli, 2 Mal im August, je 3 Mal im September und Oktober, 2 Mal im November, 6 Mal im Dezember und 3 Mal im Januar d. J.

In der angegebenen Zeit habe ich also 28 Mal Untersuchungen des in reinen Porzellanschalen auf einem Bleichplatze in der Nähe meiner Wohnung gesammelten Regenwassers auf Protozoën vorgenommen. Zu diesem Zweck halte ich stets mit verschiedenen Nährflüssigkeiten zur Hälfte gefüllte reine Gläser vorrätig, welche mit den Buchstaben A, B und C bezeichnet sind, je nachdem sie Heuaufguss (A), oder dünne Fleischbrühe, bezw. Fleischextraktlösung (B) oder Blutserum, resp. mit Wasser verdünntes Schweineblut (C) enthalten. — Das in den Porzellangefäßen gesammelte Regenwasser wurde in der Regel zuerst mikroskopisch untersucht und hierauf mit der in den Gläsern enthaltenen Nährflüssigkeit vermischt. Gewöhnlich wurden nur die in A und B enthaltenen Nährsubstrate, seltner dagegen diejenigen in C verwendet, was meistens nur dann geschah, wenn die mit A und B vorgenommenen Kulturversuche erfolglos blieben.

Bei der ersten mikroskopischen Untersuchung des betreffenden Regenwassers habe ich darin im allgemeinen auch im Laufe des vergangenen Jahres (1898) dieselben je nach der Jahreszeit variierenden fremden Bestandteile gefunden, wie in den vorhergegangenen Jahren. Selbständig sich bewegende Mikroorganismen wurden hierbei niemals wahrgenommen; dagegen fand ich anfangs öfters Infusoriencysten, teils einzeln, teils gruppenweise vereinigt, ein paar Mal auch die oben erwähnten kleinen, weißen, sporenartigen, unbeweglichen Körperchen in geringer Menge. Diese Sporidien kamen jedoch in den meisten Fällen — unter 28 Beobachtungen 20 Mal — in wenigen Tagen zum Vorschein, nachdem das Regenwasser mit Heuaufguss oder Fleischbrühe (bezw. Fleischextraktlösung) gemischt worden war. Ein Teil jener Körperchen zeigte demnächst auch selbständige Bewegung, während die Mehrzahl unbeweglich blieb. Zuweilen aber traten dieselben so zahllos zu Tage, dass jeder Tropfen tausende von solchen Mikrobien enthielt und alsdann zeigten sie fast ausnahmslos eine lebhafte Eigenbewegung, welche durch öftere willkürliche Umkehr und Veränderungen des Kurses, sowie durch häufige teilweise Drehungen der kleinen Lebewesen um ihre Axe, sowie durch andre Zeichen höherer Lebenskraft von der mehr ziellosen und weniger energischen Bewegung

Google

der Bakterien und anderer niederster Pflanzen leicht zu unterscheiden war.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 2a. Fig. 2b. Fig. 2c.

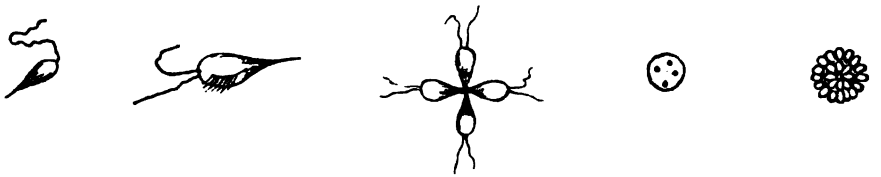


Fig. 1: Cercomonade. Fig. 2: Trichomonade. Fig. 2a: Viergliedrige Kolonie von Trichomonas (*Polytoma uvella*). Fig. 2b: Encystierte Trichomonade. Fig. 2c: Gruppe (Aggregat) von encystierten Trichomonaden.

Fig. 3. Fig. 3a. Fig. 4.

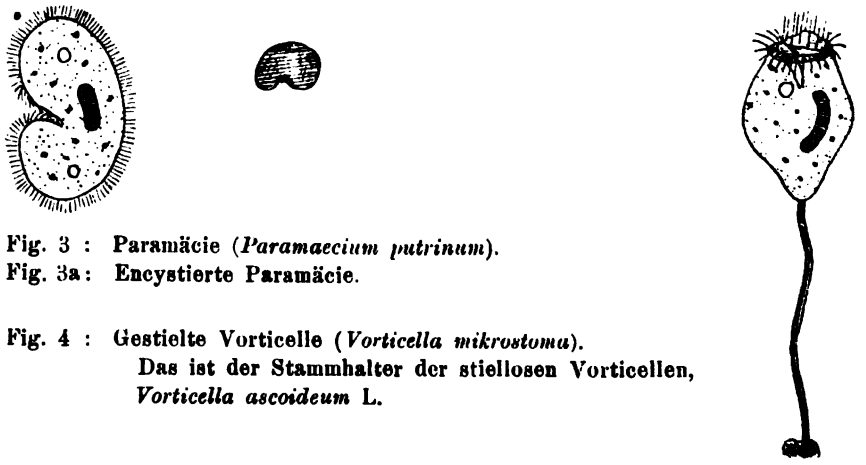


Fig. 3: Paramäcie (*Paramaecium putrinum*).
Fig. 3a: Encystierte Paramäcie.

Fig. 4: Gestielte Vorticelle (*Vorticella mikrostoma*). Das ist der Stammhalter der stiellosen Vorticellen, *Vorticella ascoideum* L.

Fig. 5. Fig. 5a. Fig. 5b.

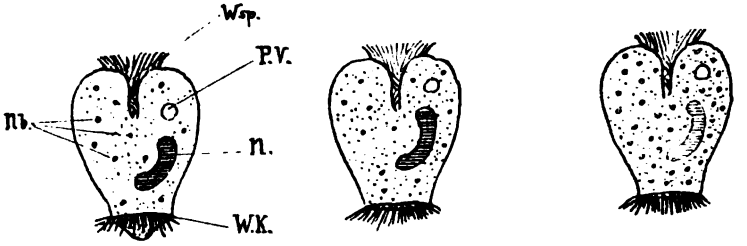


Fig. 5. Dieselbe Vorticelle nach Abstoßung des Stiels, mit dem noch sitzen gebliebenen bürzelförmigen Reste des letzteren (am hinteren Ende).
Wsp = (vordere) Wimperspirale; *PV* = Pulsierende Vakuole; *Wk* = (hinterer) Wimperkranz; *N* = Nukleus; *Nb* = Nahrungsballen.
Fig. 5a. Gewöhnliche Form der Askoidien.
Fig. 5b. Askoidien mit zahlreichen Sporidien im Endoplasma.

Digitized by Google

Fig. 5c. Fig. 5d. Fig. 5e.

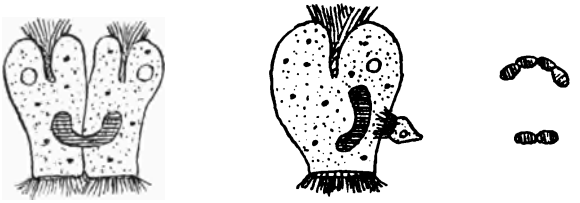


Fig. 5c: Ein Konjugationspärchen. Fig. 5d: Ein Kopulationspärchen.
Fig. 5e: In Teilung befindliche Nuklei nach Zerfall der Mutterzelle frei schwimmend.

Fig. 5f. Fig. 5g. Fig. 5h.

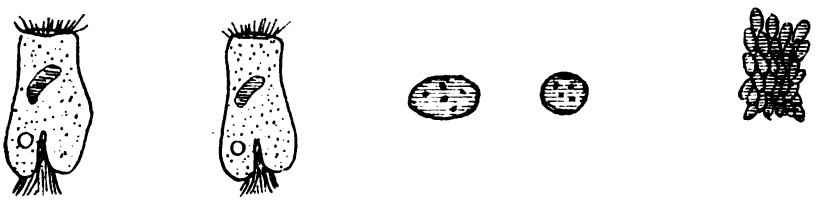


Fig. 5f. Zwei dekrepide Formen von Askoidien. Nach beendetem Fortpflanzungs-Geschäft schrumpfen die Muttertierchen ein, verlieren zum Teil die Wimpern und zeigen vom Nukleus nur noch Spuren.
Fig. 5g. Encystierte in weiterer Entwicklung begriffene Askoidien.
Fig. 5h. Aggregat von encystierten Askoidien.

Fig. 5i. Fig. 5k.

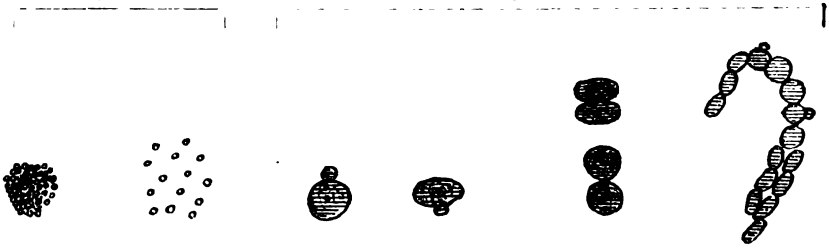


Fig. 5i. Die niedersten Entwicklungsformen (Sporidien) der Askoidien teils vereinzelt, teils gruppenweise vereinigt.
Fig. 5k. Vier Pärchen und ein größeres Aggregat von Askoidiencysten.

Die von 5h bis 5k gezeichneten Formen von encystierten stiellosen Vorticellen kamen in dem mit Fleischbrühe gemischtem Regenwasser vom 17. Dez. vor. J. nach dreiwöchentlicher Aufbewahrung zum Vorschein und aus ihnen entwickelte sich, nachdem ein Tropfen der betreffenden Kulturflüssigkeit in verdünntes Tierblut übertragen worden war, nach Verlauf von 3 bis 4 Tagen zahllose sehr produktive Muttertierchen der Askoidien, namentlich die in Figur 5 und 5b gezeichneten Formen.

Vereinzelte Askoidiencysten und zahlreiche ruhende Sporidien waren in der betr. Kultur schon in den ersten Tagen zum Vorschein gekommen. —

Digitized by Google

Beim Eintrocknen der betreffenden Kulturflüssigkeit auf dem Objektglase während der mikroskopischen Untersuchung legen sich jene Mikrobien gewöhnlich dicht aneinander und bilden ähnliche Gruppen, oder Aggregate, wie sie bei den Bakterien unter der Benennung *Zoogloea*, oder *Gliacoccus* bekannt sind.

Ganz ähnliche Mikrobien finden sich nicht selten in zahlreicher Menge in dem Endoplasma jener stiellosen Vorticellen (vergl. Fig. 5b sowie die weiter unten folgenden Mitteilungen).

Nächst den weißen Sporidien kam eine spezifische Monadenart in den im Laufe des vergangenen Jahres von mir untersuchten Regenwässern besonders häufig - im ganzen 19 Mal — zur Beobachtung. Diese Flagellaten hatte ovale Form, gewöhnlich 2 Geißelfäden und eine zarte seitliche Bewimperung. Es waren mithin Trichomonaden (s. das Lehrbuch von Claus, 1897, S. 229).

Bei vielen Individuen konnte ich zwar nur einen Geißelfaden wahrnehmen, wie dies bei den Cercomonaden der Fall ist, jedoch bin ich nicht sicher, ob der zweite Geißelfaden von mir vielleicht übersehen worden ist, da die übrigen morphologischen und biologischen Merkmale der betreffenden Lebewesen übereinstimmten.

Nicht selten fand ich — besonders bei den in Tierblut oder Blutserum gezüchteten Monaden — Kolonien von 4 bis 8 bis 16 Individuen und darüber, welche ähnlich wie *Volvox globator* bei ihren Bewegungen sich fortwährend lebhaft um ihre Axe drehen. Ob diese unter der Benennung *Polytoma* oder *Uvella* bekannten biologischen Kolonien einen Teilungsvorgang, oder eine Konjugation behufs gesteigerter Fortpflanzung darstellen, muss ich der Beurteilung der Fachkundigen überlassen.

Diese Geißelmonaden zeigten sich in den Regenwässern gewöhnlich nach 3 bis 6 Tagen, selten schon etwas früher, oder später. —

Auffallend ist es, dass sie seltner allein, sondern fast regelmäßig in Begleitung der stiellosen Vorticellen im Regenwasser erscheinen, eine Wahrnehmung, die man in derselben Weise bei der Untersuchung von Schmutz- und Sumpfwässern machen kann — Die genannten beiden Protozoënarten stimmen auch darin überein, dass sie in frischen sowohl wie in faulenden, in vegetabilischen, wie in animalischen Nährflüssigkeiten u. s. w gut gedeihen. Durch die Züchtung in tierischem Eiweiß wird ihre Lebens-Energie und Widerstandsfähigkeit bedeutend erhöht.

Beim Eintrocknen des monadenhaltigen Tropfens auf dem Objektglase des Mikroskops bilden die sich encystierenden Monaden durch ihr Aneinanderlegen verschieden geformte Gruppen; gewöhnlich lagern sie sich kranzförmig um ein aus der Kahmhaut des Nährsubstrats stammendes Partikelchen von Schleim oder von Gliacoccus.

Von lebenden Wimper-Infusorien fanden sich in den Regenwasser-Kulturen in den Monaten Januar und Mai je einmal große zur Gruppe

der Hypotrichen gehörende Formen, welche — wie die Stylonychien — starke Stirngriffeln, sowie Bauch- und Afterwimpern hatten. Diese Ciliaten kamen nach 4 bis 6 Tagen beidemal in wenig Exemplaren zum Vorschein und sie waren jeder weiteren Kultur unzugänglich, indem sie bald nachher, ohne Vermehrung oder Einkapselung aus dem Gesichtsfelde wieder verschwunden waren. [Gute Abbildungen der Stylonychien finden sich in dem großen Werke von Bütschli über Protozoën. Vergl. darüber auch das oben erwähnte Lehrbuch der Zoologie von Claus, 1897, S. 236.]

In den Monaten Mai und September zeigten sich im Regenwasser nach 5 bis 8tägiger Aufbewahrung je einmal lebende Paramäcien und zwar die unter dem Beinamen *Paramaecium putrinum* bekannte Art; sie gediehen ebensogut in dem mit Heuaufguss, wie in dem mit Fleischextrakt-Lösung oder mit Tierblut gemischten Regenwasser und sie vermehrten sich darin in kurzer Zeit in zahlloser Menge durch Brutteilung. Ihre Cysten unterscheiden sich von denen der Vorticellen durch konkave Einbiegung eines Randes (Fig. 3a).

Lebende amöboide Formen habe ich im Laufe des vergangenen Jahres nur einmal gegen Ende Juli nach 6tägiger Aufbewahrung des mit Fleischbrühe gemischten Regenwassers vorgefunden. Diese Lebewesen schienen der Form und Bewegung nach mit *Amoeba diffluens* identisch zu sein; sie traten nur vereinzelt auf und hatten, ohne sich zu vermehren, nur eine kurze Lebensdauer.

Anfangs Juli und im Monat November ergaben die Untersuchungen des Regenwassers auf Protozoën ein ziemlich negatives Resultat. Von größerer hygienischer Bedeutung sind jedenfalls die unter 28 Fällen 9 Mal im Regenwasser lebend und außerdem 10 Mal im encystierten jedoch nicht mehr entwicklungsfähigen Zustande zum Vorschein gekommenen stiellosen Vorticellen, die ich, da sie bisher noch nicht bekannt waren, mit Rücksicht auf ihre charakteristische Form „Askoidien" *Vorticella ascoideum* genannt habe. Sie kamen im Mai, Juni, Juli und August je 1 Mal, im Dezember 2 Mal und in der ersten Hälfte des Januar ds. J. 3 Mal zur Beobachtung. In den ersten Beobachtungstagen erschienen gewöhnlich nur einzelne, oder gruppenweise vereinigte Vorticellencysten, wie ich es in früheren Jahren gefunden hatte und die weitere Entwicklung dieser Cysten, bezw. das fortschreitende Wachstum der darin enthaltenen durch Teilung des Nukleus erzeugten Sprösslinge ging bald langsamer, bald rascher von statten. Im Frühjahr und Sommer — vom Monat Mai bis zum August — vergingen jedesmal acht bis zu fünfzehn Tagen und darüber, während sie Ende Dezember und im Januar ds. J. schon nach drei bis sechs Tagen vollständige Lebensenergie erlangt hatten. Diese aus Regenwasser gezüchteten Askoidien haben ganz dieselben charakteristischen Merkmale, wie die im Freien in Sumpf- und Abfallwässern etc. öfters zum Vor-

Digitized by Google

schein kommenden stiellosen Vorticellen, die sich, wie ich beobachtet habe, erst sekundär aus gestielten Vorticellen unter begünstigenden Bedingungen durch Metamorphose entwickeln[1]).

Besonders interessant waren meine in dem Regenwasser vom 18. Dezember vor. J. gemachten Beobachtungen über die allmähliche Entwicklungsweise der Askoidien. In der teils mit Heuaufguss, teils mit Fleischextraktlösung bereiteten Kulturflüssigkeit zeigten sich bereits in den ersten Beobachtungstagen viele vorticellenartige Cysten, teils einzeln, teils in verschieden geformten Gruppen und diese Cysten vermehrten sich scheinbar in der Kahmhaut von Tag zu Tag, obschon sie lange Zeit bewegungslos blieben. Darunter befanden sich, wie aus den Figuren ersichtlich ist, auch viele Pärchen, die unmittelbar während der Konjugation, bezw. Kopulation der Muttertierchen sich encystiert zu haben schienen. [Die Vorticellencysten sind meist oval, seltener rund; ihr Cuticula ist gewöhnlich doppelt konturiert. Uebrigens haben die größeren ovalen Cysten ganz dieselbe Gestalt, wie die lebenden Ciliaten, nur sind sie etwas kleiner wie diese und ihr Endoplasma wegen der starken Hülle — Periplasma oder Cuticula — meist undurchsichtig (vergl. Figur 5g)].

Bis zum 19. Tage blieben die zahlreichen Infusoriencysten in der Kultur vom 18. Dez. unbeweglich, während sich in letzterer schon vom 6. Tage ab zahlreiche lebende Monadinen und kleine runde Sporidien getummelt hatten. Um die Belebung und weitere Entwicklung der Vorticellen zu fördern, brachte ich am 5. Jan. ds. J. ein paar Tropfen von der mit Askoidiencysten stark imprägnierten Kahmhaut in mit gekochtem Wasser verdünntes Tierblut. Ich wählte hierzu Hasenblut, weil ich schon früher gefunden hatte, dass die stiellosen Vorticellen in dem Blute von Wildbret besonders gut gedeihen und rasch sich vermehren. Der Erfolg dieser Uebertragung der Infusoriencysten in das bluthaltige Nährsubstrat war überraschend; schon nach drei Tagen kamen große kräftig entwickelte lebende Askoidien zum Vorschein, welche sich binnen kurzem teils durch Konjugation zwischen zwei gleich großen Muttertieren, teils durch Kopulation zwischen einer großen und einer sehr kleinen Vorticelle enorm vermehrten. Die zuerst erscheinenden lebenden Muttertiere traten in zweifach verschiedener Form zu Tage. Während der größere Teil, wie sonst in der Regel, die Gestalt eines kurzen Schlauches hatte, zeigten viele Individuen

1) Vergl. u. a. meine Mitteilungen über die Metamorphose gestielter Vorticellen in der deutsch. mediz Zeitung, 1892, Nr. 30 bis 32, sowie in der naturwissenschaftlichen Wochenschrift von Potonié, 1894, Nr. 39, Prometheus, 1896, Nr. 377; ferner Biolog. Centralblatt, Bd. XV u. XVI, Nr. 23 bezw. Nr. 1. Die charakteristische Schlauchform zeigen diese Ciliaten besonders im Degenerationszustande, welcher nach erfolgter zahlreicher Vermehrung eintritt. Sie verlieren alsdann ihre seitliche Wölbung teilweise auch die Cilien (vergl. Figur 5f) und verlängern sich oder schrumpfen ein.

Digitized by Google

eine auffallende hügel- oder bürzelförmige Verlängerung am hinteren Rande, deren Basis von den Cilien des hinteren Wimperkranzes ringförmig umgeben war (vergl. Figur 5). Nach 4 bis 5 Tagen waren solche abnorme Formen in der betreffenden Kultur nicht mehr wahrnehmbar.

Dieser auffällige Befund berechtigt zweifellos zu der Folgerung, dass es ursprünglich gestielte Vorticellen gewesen sein müssen, deren Cysten nach dem Austrocknen ihrer Nährflüssigkeit im Freien in die Luft verweht und mit den Regentropfen präcipitiert worden sind. Der Bürzel am hinteren Rande ist meines Erachtens nichts anderes als der Ueberrest des Stieles, welcher bei der Umwandlung der gestielten Vorticelle in die stiellose Form allmählich geschrumpft und abgefallen ist. Hierdurch finden meine früher veröffentlichten Beobachtungen über die Metamorphose der aus Schmutzwässern stammenden gestielten Vorticellen in eine mit besonderen Merkmalen ausgestattete stiellose Form ihre Bestätigung.

Die Askoidien gedeihen in den verschiedenen Nährflüssigkeiten, in Heuaufgüssen, in schwach gesalzener Fleischbrühe, oder Fleischextraktlösung, in Blutserum, verdünnter Milch u. s. w. — Wenn man sie aus einem vegetabilischen Nährsubstrat in Tierblut verpflanzt, so verschwinden sie zwar meist auf kurze Zeit aus dem Gesichtsfelde, aber schon nach 24 Stunden erscheinen sie mit erneuter Lebensenergie, um sich sodann nach 2 bis 3 Tagen unter Bildung zweifach verschiedener Konjugationspärchen — sogenannter Syzygien — in zahlloser Menge zu vermehren.

Die öfters und zu verschiedenen Zeiten von mir vorgenommenen Forschungen nach den morphologischen und biologischen Merkmalen der Askoidien haben ergeben, dass sie äußerlich ganz konstant mit einem stark entwickelten hinteren Wimperkranz, dessen Vermittlung sie ihre äußerst flinke Rückwärtsbewegung verdanken, sowie mit einer vorderen vom Munde in den Schlund sich fortsetzenden Wimperspirale ausgestattet sind, dass aber ihr Endoplasma nicht selten ein verschiedenartiges Aussehen hat.

Gewöhnlich sind in dem durchscheinenden Parenchym unter dem Mikroskop nur das an der Seite des Schlundkanals befindliche kontraktile Organ — die pulsierende Vakuole — und mehrere kleine im Innern des Zellkörpers zerstreute rundliche nicht scharf umschriebene Körperchen von grauer Färbung erkennbar, welche von den Zoologen als Nahrungsballen angesprochen werden (s. Figur 5a). Der hinter dem Schlunde liegende meist nierenförmige, nicht selten durch eine schmale in der Mitte befindliche Zellstoffbrücke in zwei Hälften zerfallende Nukleus kommt in der Regel erst dann deutlich zum Vorschein, wenn man die Vorticellen durch gewisse Reagentien, namentlich durch einen Tropfen verdünnten Weinessigs 20%, oder

Digitized by Google

verdünnter Jodtinktur 10%, Malachitgrünlösung 2% u. s. w. rasch tötet. Den bei anderen Ciliaten öfters vorhandenen zweiten kleineren Nukleus — den sogen. Nukleolus — habe ich bei den Askoidien nie wahrgenommen.

(Schluss folgt.)

Carlo Emery, Compendio di Zoologia[1]).

Dieses Lehrbuch wurde verfasst, um den italienischen Studierenden der Zoologie an Stelle der „lezioni autografate" ein gutes, gründliches, instruktives und billiges Handbuch für ihre Studien zu bieten. Es war nämlich an den italienischen Universitäten zur Sitte geworden, dass einige Studenten die Vorlesungen der Professoren nachschrieben, dann auf autographischem Wege vervielfältigten und verkauften; solche „lezioni autografate" enthielten meist viele Fehler und konnten keine Unterlage für einen gedeihlichen Unterricht bilden. Emery hat sich daher entschlossen, dieselben durch ein Handbuch der Zoologie zu ersetzen und dadurch einem dringenden Bedürfnisse abzuhelfen. Sein „Compendio di Zoologia" wird diesem Zwecke gut entsprechen, da es mit einer reichen Fülle des Inhalts eine übersichtliche Gruppierung und klare Darstellung verbindet und durch die große Menge der Illustrationen (600) den Vorzug einer hohen Anschaulichkeit besitzt. Es darf wohl den besten deutschen Compendien an die Seite gestellt werden. Die Durcharbeitung des Materials ist eine selbständige und originelle. Im allgemeinen Teil werden die Zellenlehre und die Prinzipien der Morphologie kurz behandelt, in bündiger, übersichtlicher Darstellung der einschlägigen thatsächlichen Erscheinungen. Ausführlicher wurden die biologischen Fragen berücksichtigt in den Abschnitten „Riproduzione" und „Evoluzione genealogica e biologia degli animali". In seinen Ansichten über das Wesen der Vererbung schließt der Verf. sich, jedoch nicht ohne Reserve, an Weismann's Keimplasmatheorie an. Uebrigens tragen auch diese Erörterungen, wie es dem praktischen Zwecke des Lehrbuches entspricht, keinen abstrakten Charakter, sondern sind durch Thatsachen illustriert. Die verschiedenen Fortpflanzungsformen im Tierreich und die verschiedenen Anpassungserscheinungen sind mit Berücksichtigung der neuesten Forschungen in vortrefflicher Weise behandelt und zwar — was Referent besonders hervorheben möchte — mit ausgiebigerer Benutzung des entomologischen Materials als man es in den meisten anderen Lehrbüchern der Zoologie findet. Auch im speziellen Teile kamen dem Verf. seine entomologischen Kenntnisse zu statten; obwohl die betreffenden Abschnitte nicht über Gebühr erweitert wurden, enthalten sie doch ein besonders reiches und gut durchgearbeitetes Material. Im Uebrigen sei bezüglich des speziellen Teiles noch bemerkt, dass der Verf. in manchen Einteilungsfragen seine eigenen Wege gegangen ist, worauf hier nur im allgemeinen aufmerksam gemacht werden kann. — Der Preis — circa 8 Mk. — ist ein sehr mäßiger, auf die weite Verbreitung des Buches berechnet.

Wasmann. [53]

1) Compendio di Zoologia, di Carlo Emery, Professore di Zoologia nella R. Università di Bologna. Con una carta e 600 illustrazioni intercalate nel testo. Bologna, Ditta Nicola Zanichelli, 1899, 8°, 456 S., Preis 10 Lire.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Juli 1899.** **Nr. 13.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (3. Stück u. Schluss). — **Mehnert**, K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben. — **Lindner**, Die Protozoënkeime im Regenwasser (Schluss). — **Kollmann**, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. — **Lee u. Mayer**, Grundzüge der mikroskopischen Technik für Zoologen und Anatomen. — Berichtigungen.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller**.

(3. Stück und Schluss.)

In Zwiebeln und Knollen häufen sich eine Reihe von Reservestoffen, die hauptsächlich durch Kohlehydrate, wie Stärke, Inulin, Dextrin, Zucker gebildet werden, an. Eiweißkörper treten in diesen Organen in Bezug auf die Masse sehr bedeutend zurück. Leclerc[1]) hat sich die Aufgabe gestellt, die wesentlichen Veränderungen zu studieren, die sich während der Periode der Bildung und Digestion oder Lösung dieser Reservestoffe in der Zusammensetzung der Reservestoffbehälter vollziehen, so weit sie auf die Kohlehydrate Bezug haben. Er bezweckt somit die Art der Veränderungen nachzuweisen, denen im Laufe der ganzen Entwicklung der Pflanze jeder dieser Reservestoffe unterworfen ist. Die methodische Anordnung der Untersuchung soll hier nicht dargelegt werden. Es genügt für unsere Zwecke darauf hinzuweisen, dass Leclerc 4 Kategorien von Kohlehydraten unterscheidet, nämlich

1. Reduzierende Zucker, welche in 90° Alkohol löslich sind und quantitativ bestimmt durch die Fehling'sche Flüssigkeit nach Einwirkung von essigsaurem Blei.

2. Nicht reduzierbare Zuckerarten, die ebenfalls durch 90° Alkohol ausgezogen werden können und bestimmt nach der Einwirkung von essigsaurem Blei und der Inversion durch Salzsäure.

1) Leclerc du Sablon, Recherches sur les réserves hydrocarbonées des bulbes et des tubercules in: Revue générale de Botanique, t. 10, 1898.

Digitized by Google

3. Kohlehydrate, die in 90° Alkohol nicht löslich sind, in Wasser dagegen sich lösen und bestimmt im Zustand der Glykose nach der Einwirkung verdünnter Salzsäure, niedergeschlagen durch essigsaures Blei.

4. Kohlehydrate in 90° Alkohol und in kaltem Wasser unlöslich (bestimmt wie vor).

Diese Gruppen stehen bis zu einem gewissen Grade mit der Rolle in Beziehung, die die bezüglichen Kohlehydrate im Ernährungsprozess der Pflanzen spielen. So umfasst die 4. Kategorie Stärke und Inulin, welche wirkliche Reservestoffe sind; die 3. umfasst die Dextrine, die Reservestoffe sind, aber auch Zwischenprodukte, die von der Lösung der Kohlehydrate der 4. Gruppe herrühren. Die 2. Kategorie wird durch die Saccharose gebildet. Auch sie können die Rolle von Reservestoffen spielen, welche in gewissen Fällen durch Lösungen der Dextrine entstehen. Die 1. Gruppe enthält die eigentlichen Glykosen, die im allgemeinen keine Reservestoffe sind, sondern meist ihre Entstehung der Digestion anderer Kohlenwasserstoffverbindungen verdanken, deren direkt assimilierbare Form sie darstellen.

Die Lösung der Reservestoffe vollzieht sich unter der Wirkung von Diastase. Um diese zu prüfen, wurde ein Teil der Versuchsobjekte frisch zerrieben, mit wenig Wasser versetzt und während 24 Stunden maceriert und erst hernach getrocknet. Unter solchen Bedingungen sind die in einem Ueberschuss von Wasser gelösten Diastasen im Kontakt mit den Reservestoffen und können auf sie wie in der lebenden Pflanze einwirken. Die entstandenen Umsetzungsprodukte der Reservestoffe bleiben, da sie nun nicht assimiliert werden und nicht in andere Pflanzenteile wandern in der zu analysierenden Masse und können sich hier selbst in größerer Menge anhäufen als im lebenden Organ. Vergleicht man die mit zwei möglichst gleichen Pflanzenteilen erzielten analytischen Resultate, von denen der eine direkt getrocknet worden war, während der andere in der eben beschriebenen Weise behandelt wurde, dann kann man sich Rechenschaft von der Art der Diastasenwirkung geben.

Da die Versuche für jede Versuchspflanze besondere Eigentümlichkeiten ergaben, werden im nachfolgenden je die mit einer Art erzielten Versuchsergebnisse gesondert dargestellt. Wir beschränken uns hierbei indessen auf eine kleinere Auswahl der vom Verf. studierten Versuchsobjekte.

Das erste vom Verf. geschilderte Versuchsobjekt ist die Spinnen-*Orchis* (*Ophrys aranifera*).

Zur Blütezeit finden wir bekanntlich am Stengelgrund ähnlich wie bei anderen *Orchis*- und *Ophrys*-Arten 2 rundliche Knollen. Der ältere ist bereits runzelig. Er ist im Stadium der Resorption. Nach und nach wird er entleert; im Juni sind die Reservestoffe, die er enthielt, gelöst. Er stellt alsdann einen Haufen toter brauner Zellen dar, die sich vom Stengel trennen. Während dieser Zeit wächst der jüngere Knollen noch weiter heran. Sind dann nach der im Verlaufe des Juni eingetretenen Fruchtreife die oberirdischen Teile der Pflanze vertrocknet, dann geht der mit Nährstoffen vollgepfropfte Knollen in einen Ruhezustand über, in den Zustand einer verminderten Lebensthätigkeit. Diese Periode dauert kaum 2 Monate an. Schon zu Anfang August beginnt sich die an der Spitze des Knollens befindliche Knospe zu entwickeln. Im Laufe des Septembers

Digitized by Google

kommen die ersten Blätter an die Oberfläche. Während des Herbstes und Winters — die Versuche wurden in Toulouse angestellt — vergrößert sich die gebildete Blattrosette.

Im November beginnt die Entwicklung eines neuen Knollens. Im Frühling hat derselbe fast die gleichen Dimensionen erreicht, wie der alte. Der Stengel beginnt sich sehr schnell auf Kosten der im alten Knollen aufgespeicherten Reservestoffe zu strecken und die Blüten zu bilden.

Die Knollen sind also 2jährig. In ihrem Leben sind 3 Perioden zu unterscheiden, nämlich

1. die Periode der Bildung vom November bis Juni des folgenden Jahres;
2. die Ruheperiode vom Juni bis zum August;
3. die Periode seiner Zerstörung vom August bis zum Juni des folgenden Jahres.

Der in den Knollen der Orchideen aufgespeicherte Reservestoff besteht hauptsächlich aus 2 verschiedenen, chemisch aber sich sehr nahe stehenden Stoffen, aus Stärke und aus einem schleimigen Kohlehydrat. Man fasst dieses bald als eine Modifikation der Cellulose, bald als eine zwischen der Stärke und dem Dextrin stehenden Verbindung auf. Da ihre Trennung sehr schwer wäre, wurden die Stärke und das schleimige Kohlehydrat in der Analyse gemeinschaftlich bestimmt.

Die folgende Tabelle giebt den Gang der Veränderungen der Reservestoffmassen in den 3 obengenannten Perioden an.

Datum	Trockengewicht g	Zucker red. g	Zucker red. % des Trockengew.	Zucker nicht red. g	Zucker nicht red. % des Trockengew.	Stärkesubstanz g	Stärkesubstanz %
4. II.	0,301	0,033	10	0,041	13	0,098	32
16. III.	0,514	0,036	7	0,036	7	0,228	44
27. IV.	0,926	0,020	2	0,004	0,4	0,529	57
1. VI.	2,331	0,003	0,1	0,007	0,3	1,579	67
6. VIII.	2,960	Spuren	0	Spuren	0	2,080	70
10. IX.	3,198	Spuren	0	Spuren	0	2,085	65
15. X.	2,413	0,043	1,7	0,065	2,6	1,470	60
20. XI.	0,937	0,036	3,8	0,119	12	0,561	59
22. XII.	2,547	0,192	7	0,380	15	1,469	57
4. II.	0,848	0,074	8	0,164	19	0,320	37
16. III.	0,709	0,063	9	0,125	17	0,205	29
27. IV.	0,372	0,070	18	0,050	13	0,060	16
1. VI.	0,350	0,030	8	0,020	5	0,035	10

Die Ergebnisse der Analyse zeigen also, dass während der Bildung der Reservestoffe, d. h. vom Februar bis Juni der Zuckergehalt mehr und mehr abnimmt. In der Ruheperiode der Knollen ist er 0. Wir beobachten zugleich, dass zwischen der Menge der Glykose (red. Zucker) und Saccharose (nicht red. Zucker) keine großen Unterschiede sind. In dieser gleichen Zeit nimmt die Stärkemenge beständig zu. Sie erreicht in der Ruheperiode ihr Maximum. Stärke (inkl. Schleimsubstanz) ist also das einzige den Reservestoff bildende Kohlehydrat. Die Zuckerarten sind nur vorübergehende Körper. Sie stellen die Form dar, in welcher die

digitized by Google

Stärke aus den Blättern in die unterirdischen Organe wandert, sind also hier die die Reservestoffe bildenden Körper.

Während des Verbrauches der Reservestoffe findet eine charakteristische Verschiebung im Verhältnisse zwischen der Glykose und Saccharose statt. Im Anfang des Reservestoffverbrauches ist ca. 3mal so viel Saccharose wie Glykose vorhanden. Im April, also gegen das Ende der Periode der Konsumation der Reservestoffe kehrt sich das Verhältnis um. Verf. führt diese Erscheinung auf folgende Ursache zurück. Die Amylosen (Stärke und Schleimsubstanz) werden zuerst in Saccharose verwandelt. Diese wird alsdann in Glykose übergeführt, welche direkt assimiliert wird. Zu Anfang Juni, wenn die alten Knollen welk sind, findet man in ihnen noch ca. 10% Amylosesubstanz, trotzdem die mikroskopische Untersuchung keine Stärkekörner wahrnehmen lässt. Verf. hält dafür, dass dieser Prozentgehalt auf die Schleimstoffe zurückzuführen sei.

Interessant sind die Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der 24 Stunden in der früher angegebenen Weise macerierter Knollen im Vergleich zu jener der intakten, sofort getrockneten Knollen. Je nachdem Knollen der einen oder anderen Periode zur Untersuchung kommen, sind die Versuchsergebnisse sehr ungleich.

An alten Knollen (Untersuchung vom 4. II) wurde folgende Zusammensetzung konstatiert:

	Glykose %	Saccharose %	Amylose %
Intakte Knollen	8	19	37
Macerierte „	18	13	26

In 24 Stunden vollzog sich hier eine Umwandlung, die unter natürlichen Verhältnissen ca. 1 Monat beansprucht.

Junge Knollen (16. III) zeigten folgendes:

	Glykose %	Saccharose %	Amylose %
Intakte Knollen	7	7	44
Macerierte „	5	4	41

Die Maceration hat also nur unbedeutende Modifikationen nach sich gezogen.

Die nachfolgende Zusammenstellung giebt ein Bild der Wasserverteilung in den Knollen während der 3 Vegetationsperioden.

Datum	Gewicht der frischen Knollen g	Trockensubstanz g	Wasser g	Wassergehalt in % bezogenen auf die Trockensubst.	auf die frische Substanz
4. II.	3,709	0,395	3,314	838	89
16. III.	12,736	1,324	11,412	862	89
27. IV.	12,434	1,776	10,658	600	85
4. VI.	24,464	4,283	20,181	471	82
10. IX.	13,042	2,045	10,997	537	84
15. X.	22,822	2,492	20,330	815	89
20. XI.	12,084	1,285	16,799	840	89
22. XII.	5,572	0,542	5,030	928	90
19. II.	9,184	0,874	8,310	951	90
16. III.	14,157	1,286	12,871	1000	90
20. IV.	15,578	1,134	14,444	1273	92
4. VI.	13,595	0,841	12,754	1516	94

Digitized by Google

Die voranstehenden Zahlen lehren, am klarsten kommt dies durch die Columne 4 zum Ausdruck, dass ein Minimum des Wassergehaltes mit der Zeit der Ruheperiode zusammenfällt. Vergleicht man den Fortschritt der Digestion der Reservestoffe mit dem Wassergehalt, dann bemerkt man einen gewissen Parallelismus. Je fortgeschrittener die Digestion ist, um so wasserreicher ist der Knollen; umgekehrt beobachtet man, dass in jungen Knollen der Wassergehalt um so geringer ist, je fortgeschrittener die Bildung der Reservestoffe ist.

Die an ein und demselben Tag gesammelten Knollen zeigen natürlich in ihrer chemischen Zusammensetzung oft ziemlich weitgehende Differenzen. Sie sind aber gleichsinnig. Nach unseren Tabellen fällt durchschnittlich mit hohem Stärkegehalt geringer Zucker- und Wassergehalt zusammen. Das gilt auch, wie die nachfolgenden Zahlen zeigen, für die individuellen Schwankungen.

Zusammensetzung der am 22. XII. gesammelten Knollen.

	Glykose	Saccharose	Amylose	Wasser
Fortgeschrittenste	11 %	23 %	44 %	1008 %
Am wenigsten entwickelte .	4 %	7 %	72 %	633 %

Die % sind auf die Trockensubstanz bezogen.

Die in der Zwiebel sich abspielenden analogen Vorgänge wollen wir durch die Beobachtungen an der weißen Lilie (*Lilium candidum*) beleuchten.

Im August, wenn die oberirdischen Teile der Pflanze verdorrt sind, bestehen die während des vorangegangenen Frühlings gebildeten Zwiebeln aus dicken, farblosen Schuppen, die an der sehr kurzen, scheibenförmigen, unterseits die Wurzelfasern tragenden Axe, der Zwiebelscheibe, inseriert sind. Im September beginnt die die oberirdischen Teile entwickelnde Knospe zu treiben. Es entstehen die grünen Blätter. Ueber der Erde erscheint ein Büschel von Blättern, deren Basis unterirdisch bleibt, sich verbreitert und vertikal sich mit Reservestoffen füllt und immer größere Aehnlichkeit mit einer Zwiebelschuppe gewinnt. Während des Winters behält die Pflanze fast unverändert ihr Aussehen bei, wenn schon sich wichtige Veränderungen vollziehen. Im Centrum bilden sich neue Blätter. Die grünen Teile der ältesten Blätter vertrocknen und nur der unterirdische verdickte Teil derselben bleibt übrig. Von einer gewöhnlichen Zwiebelschuppe unterscheiden sich diese Blätter nunmehr nur durch die am Gipfel befindliche Narbe. Die äußern Schuppen sterben während dieser Zeit ab, nachdem die in ihnen aufgespeicherten Reservestoffe digeriert sind. So erneuert sich die Zwiebel von innen nach außen. Die Centralknospe entwickelt in Frühling schnell die Blütenaxe. In der Blattachsel einer Zwiebelschuppe entsteht eine rasch sich vergrößernde Knospe, aus der sich eine junge Zwiebel entwickelt, die aus farblosen dicken Schuppen gebildet wird. Gegen den Monat Juni haben sie ihre Entwicklung vollendet und treten dann in einen Ruhezustand ein. Während dieser Zeit verschwinden die Schuppen der alten Zwiebel mehr und mehr.

Eine Einsicht in die Entwicklung und Lösung der Reservestoffe setzt also eine getrennte Untersuchung verschiedener Zwiebelteile voraus.

Die nachfolgende tabellarische Uebersicht giebt die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Schuppen während ihrer Entwick-

Digitized by Google

lung an. Vom April bis Juli wurden die Schuppen der jungen in den Achseln der alten Zwiebel sich entwickelnden Zwiebel analysiert. Es ist das die Periode der Reservestoffbildung. Vom Monat August beziehen sich die Zahlen auf die äußern Schuppen, die einzigen, in denen die Reservestoffe im Zustande der Lösung sich befinden.

Datum	Trocken-gewicht	Zucker red.	Zucker nicht red.	Amylose im H_2O löslich	Amylose unlöslich
	g	g	g	g	g
13. IV.	1,587	0,023	0,049	0,250	0,538
17. V.	3,344	0,046	0,035	0,465	1,302
8. VI.	1,925	0,018	0,029	0,270	0,800
7. VII.	1,927	0,010	0,040	0,363	0,870
20. VIII.	1,825	0,011	0,044	0,307	0,750
2. X.	1,861	0,011	0,021	0,333	0,833
18. XII.	1,809	0,046	0,096	0,291	0,620
10. II.	1.947	0,062	0,136	0,307	0,500
13. IV.	1,760	0,175	0,225	0,248	0,363
17. V.	1,355	0,140	0,234	0,129	0,138
	Prozente bezogen auf die Trockensubstanz.				
13. IV.	1	3	16	34	
17. V.	1	1	14	39	
8. VI.	0,9	1	14	41	
7. VII.	0,5	2	18	45	
20. VIII.	0,5	2	16	41	
2. X.	0,5	1	17	44	
18. XII.	2	5	16	34	
10. II.	3	7	15	25	
13. III.	10	12	13	20	
17. V.	10	17	9	10	

Durch die Macerationsversuche beweist Verf. die Wirkung der Diastase auf Stärke und die Beziehung dieser zum Dextrin. „Am 10. II. fand ich", schreibt Verf., „vor der Wirkung der Diastase 15% Dextrin und 25% Stärke, nach der Maceration 30% Dextrin und 16% Stärke. Dieses Resultat zeigt uns, dass Dextrin das erste Umwandlungsprodukt der Stärke ist". Die Differenz zwischen den Gesamtmengen — 40% gegenüber 46% — erklärt Verf. durch die Annahme, dass die schleimigen Kohlehydrate unter der Wirkung der Diastasen in Glykose umgewandelt und dadurch mitbestimmt wurden.

Die nachfolgenden Tabellen beziehen sich auf die Zusammensetzung der zum Reservestoffbehälter modifizierten Teile der grünen Blätter. Vom Oktober bis März existierte der grüne oberirdische Teil dieser Blätter. Gegen Ende April verdorren sie. Von nun an müssen gewisse Unterschiede gemacht werden, denn die äußeren werden iu analoger Weise wie die 2jährigen Schuppen verbraucht. Die innern dagegen bleiben mit Reservestoffen angefüllt. Während des Sommers machen sie einen Ruhezustand durch. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf diese letzteren.

Digitized by Google

Datum	Trocken-gewicht	Zucker red.		Zucker nicht red.		Amylose in H_2O löslich		Amylose unlöslich	
	g	g	%	g	%	g	%	g	%
2. X.	1,945	0,020	1	0,080	4	0,250	12	0,666	34
11. XI.	1,824	0,025	1	0,048	2	0,244	13	0,689	37
18. XII.	1,869	0,036	2	0,111	5	0,285	15	0,727	38
10. II.	1,483	0,028	2	0,077	5	0,271	18	0,521	35
13. III.	1,318	0,026	2	0,078	5	0,258	19	0,437	33
13. IV.	1,832	0,008	0,4	0,037	2	0,333	18	0,666	36
17. V.	1,762	0,010	0,5	0,028	1	0,285	16	0,769	43
7. VII.	1,935	0,018	0,9	0,011	0,5	0,296	15	0,952	49
20. VIII.	1,852	0,011	0,6	0,039	2	0,296	16	0,810	43

Die in den verschiedenen Teilen bestehenden Unterschiede ergeben sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung, welche das Untersuchungsergebnis einer Zwiebel vom 5. V. enthält.

	Trocken-gewicht	Zucker red.		Zucker nicht red.		Amylose lösl. in H_2O		Amylose unlöslich	
	g	g	%	g	%	g	%	g	%
Alte Schuppen	1,355	0,140	10	0,234	17	0,129	9	0,138	10
Junge äußere „	1,787	0,060	3	0,106	6	0,235	13	0,521	29
Junge mittlere „	1,847	0,010	0,5	0,012	0,6	0,376	20	0,880	47
Junge innere „	1,762	0,010	0,5	0,028	1	0,285	16	0,769	43
Junge Zwiebel . .	3,344	0,046	1	0,035	1	0,465	14	1,302	38
Stengelgrund . . .	1,571	0,250	16	0,110	7	0,139	8	0,150	9

Bezüglich der Veränderung, denen gleichzeitig das Wasser in den verschiedenen Teilen unterliegt, giebt die nachfolgende Tabelle Aufschluss.

	Frisches Gewicht	Trocken-gewicht	H_2O	H_2O in % auf das Trockengew.
Alte Schuppen	10,607 g	1,405 g	9,202 g	654 g
Junge äußere „	16,093 g	3,776 g	12,316 g	326 g
Junge mittlere „	20,304 g	5,679 g	14,625 g	257 g
Junge innere „	12,072 g	3,392 g	8,680 g	256 g
Junge Zwiebel . . .	24,492 g	5,584 g	18,908 g	338 g
Stengelgrund	12,963 g	1,621 g	11,342 g	700 g

Der Wassergehalt variiert also in gleichem Sinne wie der Zuckergehalt.

Von Interesse ist es auch die Reservestoffbildung und den Verbrauch bei einer Pflanze an Hand genauer Zahlenreihen zu verfolgen, deren Vegetationsperioden sich so abweichend verhalten, wie bei der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*).

Im Juli besteht die Pflanze aus einem unterirdischen Knollen. Im August entwickelt sich die Knospe, welche zur Blütenbildung führt. Von der Blüte erhebt sich nur der obere Teil über den Boden. Während des Winters besteht wieder der ganze Teil der Pflanze nur aus unterirdischen Teilen. Während dieser Zeit beginnt die Entwicklung der Früchte und der Grund des Stengels, welcher die Blüten trug, verdickt sich um einen neuen Knollen zu entwickeln. All das vollzieht sich auf Kosten der im

Digitized by Google

alten Knollen eingeschlossenen Reservestoffe. Im März entwickeln sich die die jungen Früchte umgebenden Blattanlagen sehr schnell zu den grünen Blättern. In dieser lebhaftesten Vegetationsperiode der Pflanze wird der im alten Knollen aufgespeicherte Reservestoff völlig verbraucht. Sind die Früchte entwickelt, dann ist der Reservestoffbehälter erschöpft. Inzwischen aber hat sich der neue Knollen entwickelt.

Die chemischen Veränderungen, die sich während dieser Zeit im Vegetationsbehälter vollziehen, werden durch die 2 nachfolgenden Tabellen angegeben.

Datum	Trocken-gewicht	Zucker red.	Zucker nicht red.	Amylose lösl. in H_2O	Amylose unlöslich
15. I.	0,407 g	0,005 g	0,097 g	0,015 g	0,060 g
14. III.	0,435 „	0,010 „	0,107 „	0,033 „	0,066 „
26. IV.	1,954 „	0,050 „	0,124 „	0,072 „	0,746 „
31. V.	1,982 „	0,035 „	0,042 „	0,104 „	1,132 „
5. VII.	1,893 „	0,006 „	0,022 „	0,048 „	1,304 „
8. IX.	1,697 „	0,005 „	0,020 „	0,080 „	0,111 „
8. X.	1,880 „	0,010 „	0,010 „	0,111 „	1,363 „
11. XI.	1,820 „	0,006 „	0,022 „	0,216 „	1,153 „
15. I.	1,874 „	0,058 „	0,137 „	0,208 „	0,789 „
14. II.	1,784 „	0,089 „	0,236 „	0,133 „	0,508 „
12. IV.	1.864 „	0,216 „	0,238 „	0,120 „	0,263 „

Prozentgehalt auf die Trockensubstanz bezogen.

15. I.	1	24	3	14
14. III.	2	24	7	15
26. IV.	2	6	3	37
31. V.	1	2	5	57
5. VII.	0,3	1	2	68
8. IX.	0,3	1	4	65
8. X.	0,5	0,5	5	72
11. XI.	0,3	1	11	63
15. I.	3	7	11	42
14. II.	5	13	7	28
12. IV.	11	13	6	14

Die Glykose (der red. Zucker) ist während der Periode der Bildung der Knollen nur in geringen Mengen vorhanden. Während des Ruhestadiums verschwindet sie fast vollständig. Dann vermehrt sie sich und erreicht das Maximum zur Zeit der Entwicklung der Blätter.

Saccharosen (nicht red. Zucker) sind in bedeutenden Mengen zur Zeit der Entstehung des Knollens vorhanden. Während der Ruhezeit erreicht auch dieser Zucker sein Minimum. Während der Lösung der Reservestoffe ist er wieder in bedeutenden Mengen vorhanden. Da im Januar und Februar die Pflanze kein Chlorophyll besitzt, müssen die nicht unerheblichen Zuckermengen des jungen Knollens ausschließlich von der Lösung der Reservestärke herrühren. Zwischen der Lösung der Stärke und der Menge des Dextrins besteht ebenfalls eine Wechselbeziehung, indem sich diese während des ersten Vorganges vermehrt. Auch hier stellt Dextrin das Uebergangsprodukt zwischen der Stärke und dem Zucker dar.

Digitized by Google

Der Wassergehalt geht dem Zuckergehalt fast genau parallel. Die Zeiten des größten Zuckergehaltes sind auch die Perioden des größten Wassergehaltes und umgekehrt.

Asphodelus albus besitzt ein Rhizom, das ähnlich unserer Frühlingsfeigenwurz zahlreiche radischenähnliche Wurzelknollen hat. Bis znm Februar oder März besteht die Pflanze nur aus den unterirdischen Teilen. Aus der Gipfelknospe entsteht alsdann die aus länglichen Blättern bestehende Rosette. Zugleich entsteht eine Anzahl neuer, anfänglich dünner Wurzelfasern. Nach Verlauf von 1—2 Monaten aber gleichen sie den älteren dicken Wurzeln. Die Entwicklung des oberirdischen Teiles erreicht mit der Fruchtreife im Juni ihren Abschluss. Die angeschwollenen Wurzeln entstehen jedes Jahr am jüngsten Ende des Rhizoms und dauern während mehreren (4—5) Jahren ohne sichtbare Veränderung aus. Um die Wandlungen in der chemischen Zusammensetzung dieser Reservestoffbehälter zu prüfen, verfolgt Verf. 1. die Bildung der jungen Wurzelknollen, 2. die Veränderung, die sich im Verlaufe eines Jahres an den ausgewachsenen Knollen vollziehen und 3. die Lösung des Reservestoffes in den Knollen, die zu schrumpfen beginnen.

Die folgende Tabelle beantwortet die Punkte 1. und 2.

Datum	Trocken-gewicht	Zucker red.		Zucker nicht red.		Amylose in Wasser löslich		Amylose in Wasser unlöslich	
	g	g	%	g	%	g	%	g	%
22. III.	1,120	0,110	9	0,181	16	0,122	10	0,064	5
11. V.	1,771	0,322	18	0,678	38	0,108	6	0,060	3
13. VI.	1,880	0,436	23	0,706	37	0,136	7	0,082	4
21. VII.	1,825	0,207	11	0,538	29	0,202	11	0,068	3
1. IX.	1,845	0,206	11	0,296	15	0,205	11	0,084	4
12. X.	1,804	0,174	9	0,272	15	0,189	10	0,100	5
22. XI.	1,857	0,160	8	0,256	14	0,297	15	0,090	4
26. XII.	4,026	0,464	11	0,733	18	0,548	13	0,169	4
21. II.	1,678	0,140	8	0,373	22	0,200	12	0,082	4
23. III.	1,654	0,193	11	0,387	23	6,166	10	0,069	4
11. V.	1,904	0,288	15	0,572	30	0,222	11	0,070	3
13. VI.	1,919	0,482	25	0,629	32	0,130	6	0,055	2
21. VII.	1,875	0,207	11	0,686	36	0,200	10	0,061	3
1. IX.	1,868	0,222	11	0,358	19	0,200	10	0,083	4
12. X.	1,602	0,185	11	0,297	19	0,174	10	0,057	3
22. XI.	1,863	0,220	11	0,254	13	0,215	11	0,130	7
26. XII.	1,967	0,198	10	0,453	23	0,390	19	0,078	3

Es ist also der Zucker die wichtigste Reservesubstanz von *Asphodelus*. Das Maximum des Reservestoffgehaltes fällt in das Ende der Lebensthätigkeit der Pflanze. Dann nimmt er, während des Herbstes und Winters, ab.

Die alten Knollen haben während der Monate Mai bis November fast die gleiche Zusammensetzung wie die jungen. Im Winter aber, wenn die Neubildung oberirdischer Organe wieder beginnt, beobachtet man das Welken und schließliche Vertrocknen der ältesten Knollen. Es scheint also, dass ganz wesentlich die in den ältesten Reservestoffbehältern auf-

Digitized by Google

gespeicherten Reservematerialen bei der Bildung der jungen Blätter verbraucht werden. Die chemische Untersuchung ergiebt ferner, dass sich in diesen Knollen der red. Zucker auf Kosten des nicht red. vermehrt. Ersterer ist also in diesem Fall die Form, unter welcher die übrigen Kohlehydrate durch die digestiven Säfte assimilierbar geworden. Es geht dies auch aus der nachfolgenden Tabelle hervor.

März Knollen		Zucker red.	Zucker nicht red.	Amylose in H_2O löslich	Amylose in H_2O unlöslich
mittlere	ganz . .	8%	22%	12%	4%
	zermalmt	22 „	11 „	7 „	4 „
älteste	ganz . .	18 „	11 „	3 „	4 „
	zermalmt	28 „	2 „	3 „	3 „

Die Versuche zeigen also, dass gerade während der Entwicklung der jungen Blätter die Diastase in reichster Menge vorhanden ist.

Wie früher betont, stellen unsere Beispiele nur eine kleine Auslese aus der großen Zahl der speziellen Untersuchungen des Verf. dar. Schon unsere Beispiele zeigen, dass die Zahl und die Menge der im Speicherorgan befindlichen Reservestoffe eine sehr wechselnde ist. In Bezug auf die Lösung desselben ergiebt sich, dass Stärke in Dextrin, darauf in nicht red. Zucker, darauf in reduzierbaren Zucker umgewandelt wird. Die Kohlehydrate werden also im allgemeinen in Form von red. Zucker oder Glykose assimiliert.

Wenn die Umwandlungsreihe der Kohlehydrate eine große Gleichartigkeit zeigt, beobachten wir indessen, dass die Zwischenprodukte zwischen den Reservestoff und der assimilierbaren Glykose in sehr verschiedenen Verhältnissen sich anhäufen. In den einen Fällen (z. B. bei der Kartoffel) findet man im Momente lebhaftester Digestion nur sehr geringe Mengen von Dextrin und Zucker, d. h. sofort vollzieht sich die Umwandlung der aus der Stärke entstandenen Dextrins in Glykose, sofort wird diese assimiliert. In anderen Fällen (*Arum, Iris, Colchicum*) geht die Bildung der Glykose schneller vor sich als ihr Verbrauch.

Bezüglich der bei der Bildung der Stärke sich vollziehenden chemischen Vorgänge hält Verf. dafür, dass sie die Umkehrung jener sind, die wir bei der Lösung der Stärke beobachten. Ein nicht reduzierbarer Zucker dient zur Bildung des Dextrins, dieser wird zur Stärke. Bezüglich der Variation des Wassergehaltes besteht in den verschiedenen Fällen, in denen das Speicherorgan zweijährig ist, eine große Gleichartigkeit. Die jungen Organe sind zunächst sehr wasserreich, in dem Maße, in welchem die Reservestoffe entstehen, vermindert sich der Wassergehalt. Nach der Ruheperiode nimmt er in dem Maße, wie eine Erschöpfung an Reservestoffen eintritt, wieder zu. [27c]

Digitized by Google

K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben.

Von Prof. **Ernst Mehnert** in Halle a. S.

Wer seit vielen Jahren als Referent gezwungen ist, jährlich hunderte von Publikationen und zum Teil größere und selbst umfangreichste Werke auf das Genaueste durchzustudieren, weiß, dass heutzutage, zumal unter der jüngeren Generation, die Kenntnis der älteren Litteratur in erschreckender Weise zu schwinden beginnt. Vieles wird als neu beschrieben, was schon lange Zeit vorher bekannt und erkannt war[1]). Auch falsche Citate vererben sich aus einer Arbeit in die andere[2]) und durchaus nicht immer irrelevante Zuschiebungen sind nicht selten.

Diese Erscheinungen erklären sich vielleicht zum Teil aus einer gewissen Selbstüberhebung, welche die Ergebnisse der älteren Vorgänger nur gering und daher wenig lesenswert erscheinen lässt. In den meisten Fällen aber trägt die Ueberbürdung und unsere jetzige nervös überhastete litterarische Produktion die Schuld. Es wäre unfruchtbar gegen Litteraturvernachlässigungen und Irrtümer vorzugehen schon wegen ihrer großen Zahl. Sie erledigen sich übrigens von selbst. Sachkenner erkennen dieselben, der weniger Orientierte liest über sie hinweg. Die Zeit nivelliert schließlich alle mit minderer Sorgfalt abgefassten Produktionen.

Anders aber ist es, wenn ein auf ungenügender Orientierung gegründeter Irrtum ostentativ zur Schau getragen wird und dazu verhelfen soll, in einer Streitfrage Rückhalt zu gewinnen, zumal wenn hierbei einer geschichtlichen Persönlichkeit von der Bedeutung eines K. E. v. Baer eine schiefe Rolle imputiert wird — dann ist es auch ein Akt der Pietät, wenn die Kritik eingreift.

---

1) Ich will davon absehen, bestimmte Beispiele aus der neueren Litteratur heranzuziehen. Ich kann jedoch nicht ganz unerwähnt lassen, dass ich manche schön illustrierte dickleibige, embryologische Arbeit kenne, welche kaum erwähnenswertes mehr erbracht hat als kurz und prägnant gefasste Arbeiten der älteren Litteratur, deren Titel nicht einmal genannt sind. Einige von Pfitzner erwähnte Beispiele aus der makroskopischen Anatomie mögen indessen hier ihren Platz finden. — Das Intermetatarseum wurde 1852 von Wenzel Gruber entdeckt und mit seinem jetzigen Namen belegt, 1859 sodann von den englischen Forschern Bankart, Smith und Phillips von neuem entdeckt und 1895 zum dritten Mal von Morestin, Morphol. Arbeiten (Schwalbe) Bd. VI Heft III S. 464.

2) Boyer verschrieb sich einmal und setzte das Wort „anticus“ wo er „posticus“ schreiben wollte, wie unwiderleglich aus dem Zusammenhange hervorgeht. Cloquet schrieb es ab. Bourgery übertrumpfte ihn noch, indem er an anderen Stellen das Wort posticus gegen das Wort anticus vertauschte. Pfitzner fand diese Irrtümer noch in einem 1890 erschienenen Handbuche. Morphol. Arbeiten (Schwalbe) Bd. I Heft IV S. 593, 1892.

Digitized by Google

Einen solchen Fall will ich hier unterbreiten und zunächst seine Vorgeschichte mitteilen.

Systematisch Jahre lang durchgeführte eigene und ausgedehnte Litteraturstudien ließen mich viele Fälle von großer individueller Abweichung bei gleichaltrigen Embryonen erkennen. Schließlich entschloss ich mich zu einer Veröffentlichung, in welcher ich im ersten Teile die einzelnen Fälle nach den Klassen gruppiert unter genauer Quellenangabe aufzählte. Im zweiten Abschnitte ordnete ich die individuellen Variationen in bestimmte Kategorien. Als Resultat dieser Zusammenstellung verzeichnete ich, dass bei den von mir erwähnten Organen eine oft mächtige Variationsbreite zu Tage tritt und auch das zeitliche Auftreten der Organe bei den verschiedensten Species großen physiologischen Schwankungen unterliegt. Ich glaubte in diesem Ergebnisse etwas durchaus Neues erbracht zu haben, da in der Litteratur nirgends ein gleiches Resultat verzeichnet war und, soweit mir damals bekannt, nirgends überhaupt die Rede war von einer allgemein verbreiteten physiologischen Variation bei Embryonen.

Kurz, bevor ich an die eigentliche Veröffentlichung ging, sah ich darauf hin, die Arbeiten K. E. v. Baer's durch und fand zu meiner nicht geringen Ueberraschung, dass schon Baer individuelle Variationen beim Hühnchen nicht nur als eine so häufige Erscheinung kannte, dass sie für den Forscher eine wahre Plage sind, sondern auch dieselben als eine ganz physiologische zu normalen Endprodukten führende Erscheinung auffasste.

Nach dieser Kenntnisnahme war ich geneigt, meine beabsichtigte Publikation überhaupt zu unterlassen, da sie doch im Prinzipe kaum mehr Neues bringen konnte, als wie es schon Baer vor 75 Jahren erkannt und behauptet hatte. Nur auf das Anraten eines Freundes und den Hinweis, dass auch eine kasuistische Arbeit ihren Wert hätte, — zumal wenn dieselbe eine nahezu vergessene Frage betrifft — entschloss ich mich zum Abschlusse dieser Arbeit und zu einer Veröffentlichung, welche ich auch nur „eine Zusammenstellung" nannte[1]).

In der Einleitung hob ich die großen Verdienste, welche sich Baer auch in dieser Frage erworben hatte, besonders hervor, und nahm auch im Texte Gelegenheit auf ihn als scharfen Beobachter hinzuweisen, welcher seiner Zeit vorausgeeilt war.

Ein Jahr, nach dem Erscheinen meiner Arbeit, veröffentlichte Fischel[2]) Ergebnisse über Messungen an 104 durch die natürliche Bebrütung gewonnene frühe Stadien von Entenembryonen. Ich citiere

1) E. Mehnert, Die individuelle Variation des Wirbeltierembryos. Eine Zusammenstellung. Morphol. Arbeiten (Schwalbe) 1895, Bd. V, S. 386—444.

2) A. Fischel, Ueber Variabilität und Wachstum des embryonalen Körpers. Morphol. Jahrb., Bd. XXIV, 1896, Heft 3, S. 369—405.

Digitized by Google

die wesentlichsten Resultate dieser schönen und exakten Arbeit. Fischel findet oft auf dem gleichen Flächenraume eine sehr verschiedene Urwirbelzahl. Individuelle Variationen, in Bezug auf die Länge, kommen in allen Stadien vor, und zwar sowohl was die Gesamtlänge des Embryo, als auch die seiner Teile betrifft. Die Verschiedenheit der Länge des ganzen Embryo ist der Art, dass z. B. ein Embryo um mehr als die Hälfte größer sein kann als ein anderer des gleichen Stadiums. Es ergeben sich auch Differenzen im inneren Aufbaue der Embryonen und ihrer Organe. Es bestehen auch individuelle Variationen hinsichtlich des Verhältnisses der einzelnen Körperabschnitte zu einander. Fischel „betont wiederholt", dass zwischen der Gesamtlänge des Embryo und der Länge der Teilstrecken in fast allen Fällen keine feste Beziehung besteht.

Wenngleich K. E. v. Baer in dieser Arbeit an keiner Stelle genannt ist, seine Behauptung, dass beim Hühnchen „abgesehen von dem rascheren oder langsameren Fortschreiten der gesamten Entwicklung, die größten Unterschiede" bestehen, hat durch die Messungen Fischel's auch für Entenembryonen eine glänzende Bestätigung gefunden.

Zu wesentlich anderen Resultaten behauptet F. Keibel, der Verfasser der „Normentafel" des Schweines, bei circa hundert Embryonen gelangt zu sein. Keibel sagt auf S. 80.

„Suche ich meine Resultate ganz allgemein zu fassen, so werde ich sagen können, dass die individuelle Variation in der Embryonalentwicklung des Schweines zwar regelmäßig eine gewisse Rolle spielt, dass aber die Breite der Variation — ich sehe ausdrücklich von den Maßverhältnissen ab[1]) — gewöhnlich eine nicht sehr große ist". Zu

1) Es dürfte nicht ohne weiteres verständlich sein, weshalb der Verfasser der Normentafel des Schweines bei der Beurteilung der Breite individueller Variationen sich veranlasst sah, ausdrücklich von Maßverhältnissen abzusehen. Es dürfte dieses wohl nur eine Missachtung jener hohen Bedeutung der Messmethode sein, deren eminenter Wert zur Erkennung embryonaler Vorgänge doch wahrlich von His auf das überzeugendste nachgewiesen und betont worden ist. Zudem liefert die Messmethode nicht nur allein exakte sondern auch unanfechtbare Resultate und hat auch in den Untersuchungen von Fischel bei Entenembryonen zum Nachweise weitgehendster Variationen geführt. Ich meine daher, es wäre auch Keibel's Aufgabe gewesen, sofern er seinen Behauptungen überhaupt wissenschaftlichen Untergrund geben will, nicht nur von Maßverhältnissen abzusehen und sich beim Studium individueller Variationen auf den allgemeinen subjektiven Eindruck zu verlassen, sondern die objektive Messmethode in erster Linie zu befragen. Es kann doch wirklich nicht als gleichgiltig gelten, dass wie auch Schwalbe gezeigt hat (Anatomenkongress, Kiel 1898) unter Keibel's gleichalten Schweineembryonen der eine 2,5 mm, der andere 7 mm, also mehr als doppelt, nahezu dreimal größer ist.

Digitized by Google

diesem Resultate passt auch folgende Aeußerung auf der nächsten Seite: „Ich hatte mehrfach, wie das aus den in dieser Arbeit abgedruckten Citaten hervorgeht, direkt betont, dass ich diese individuelle Variationsbreite nicht sehr bedeutend gefunden hatte".

Trotzdem nun Keibel — wie vorliegendes Citat bekundet — bei seinen Schweineembryonen eine „nicht sehr große Breite" der individuellen Variation gefunden zu haben angiebt[1]) und dieses Resultat wiederholt „betont" und auch nur „gelegentlich" eine gar nicht unbedeutende Variationsbreite zugiebt, — beruft sich Keibel auch auf Baer als seinen Gewährsmann und sagt auf S. 81:

„Nicht so gut, wie mit v. Baer, dessen Aeußerungen in solchen Fragen aber auch heute noch die allerhöchste Beachtung verdienen, stimmen meine Resultate mit den Ergebnissen der Mehnert'schen Studie und vor allem mit den allgemeinen Schlüssen dieses Autors überein. Mehnert kommt für sein reiches Schildkrötenmaterial (S. 412) zu dem Ergebnis, dass in der Entwicklung eines jeden Organes eine oft mächtige Variationsbreite zu Tage tritt, und dass auch das zeitliche Auftreten und die Ausbildung der Organe großen Schwankungen unterliegen, eine strenge Korrelation in dem Entwicklungsgrade der Organe existiert nicht. Nur ganz im Allgemeinen lassen sich Korrelationsverhältnisse aufstellen. . . ."

Es ergiebt sich also das Schauspiel, dass zwei Autoren, von denen der eine den anderen mit „Entschiedenheit" bekämpft, beide sich auf K. E. v. Baer berufen.

Ich citierte Baer als jenen Forscher, welcher die physiologische Breite der individuellen Variation gerade zuerst in ihrem vollen Umfange erkannt hat. Mein Gegner F. Keibel beruft sich indessen auch auf K. E. v. Baer und lässt ihn in derselben Frage Zeugnis gegen mich ablegen.

Es entsteht also die Frage, wer von uns beiden beruft sich mit Recht und wer mit Unrecht auf K. E. v. Baer? — oder mit anderen Worten — ich kehre zum eigentlichen Thema zurück — welche Stellung nahm K. E. v. Baer zur Frage nach der individuellen Variation des Embryo ein.

1) Ich berufe mich an dieser Stelle nur auf die eigenen Worte Keibel's, denn auf dieselben kommt es bei der vorliegenden Betrachtung allein an.

Ich kann jedoch nicht verschweigen, dass ich schon im Jahresberichte 1896 auf S. 878 u. 879 nachgewiesen habe, dass die Tabellen Keibel's eine wahre Fundgrube für beträchtliche individuelle Variationen sind. Im Jahresberichte 1897 referierte ich über die „Normentafeln" desselben Autors auf S. 331 u. 332. Auf der letzteren Seite habe ich in tabellarischer Gegenüberstellung, die wahrhaft staunlichen Variationen des Amnion und der Allantois bei Schweineembryonen vorgeführt. Auf dem Anatomenkongresse zu Kiel pflichtete mir hierin Schwalbe in seiner Eröffnungsrede (S. 8) in Bezug auf Keibel's Normentafel ausdrücklich bei.

Digitized by Google

Wohl an keiner anderen Stelle dürfte Baer seine Ansichten über die von uns zum Thema gestellte Frage ausführlicher besprochen haben als auf S. 147 u. 148, Bd. I. Ueberhaupt darf zur Beurteilung von K. E. v. Baer keine andere Aeußerung maßgebender sein als gerade eine solche, welche sich in seinen Scholien und Corollarien findet, da er dieselben selbst sein „wissenschaftliches Glaubensbekenntnis" genannt hat (S. XVI). Ich lasse dieses bedeutsame Kapitel, so weit es für uns Interesse hat, wörtlich folgen, damit ein jeder Leser sich selbst sein eigenes Urteil bilden kann.

„Wenn wir eine Anzahl ausgewachsener Hühner ganz genau mit ihrer äußeren und inneren Gestalt auf eine Tafel zeichnen wollten, so würden wir zwar einige Unterschiede erkennen, aber doch nur unwesentliche, die auf die Lebensverhältnisse wenig Einfluss ausüben können, wie etwa längere oder kürzere Hälse, stärkere oder schwächere Füße und desgleichen mehr. Je jünger die Embryonen aber sind, um desto mehr Unterschiede und im Verhältnisse zur geringeren Ausbildung um desto bedeutender scheinende, würden wir gewahr werden. Das wird für die erste Bildung sehr auffallend, und alle Beobachter machen die Bemerkung. Würden Embryonen von der Bildungsstufe, wo der Rücken sich schließt [1]), eben so, aber bis zu dem Maße der Erwachsenen vergrößert und auf eine Tafel neben einander gezeichnet, so würde man, ganz abgesehen von dem rascheren oder langsameren Fortschreiten der gesamten Entwicklung, die größten Unterschiede erkennen und glauben, diese Embryonen könnten nicht zu derselben Form sich ausbilden. Bald ist das Verhältnis des Kopfes zum Rumpfe in einem Individuum viel größer als in anderen, bald die Embryonen mit Ausnahme der Wirbelsaite und der Anlage der Wirbel durchsichtig wie Glas, bald sind sie dunkler. Einige sind stärker gekrümmt oder mehr aus der Keimhaut erhoben als andere, in einigen wird man die Wirbelsaite nicht bis zum Ende des Leibes reichen sehen, in anderen werden die Bauchplatten schon im ganzen Umfange kenntlich sein. Noch größer sind die Verschiedenheiten, wenn wir weiter zurückgehen und ich habe schon in der Erzählung der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens (§ 1.1) darauf aufmerksam gemacht, wie verschieden der Primitivstreifen sich gestaltet [2]). Da die Bildung noch auf einer so

1) Den von Baer erwähnten individuellen Variationen des Hühnchens zu jener Zeit, „wo der Rücken sich schließt", haben die Untersuchungen Keibel's eklatante Seitenstücke beigebracht. Der Schluss des Medullarrohres erfolgt auch bei Schweineembryonen nicht zu gleicher Zeit, „bei diesen Embryonen schwankt die Zahl der Urwirbel zwischen 17 und 25" (Studie II, S. 87).

2) Wenn auch vielleicht manches von den v. Baer citierten Beispielen einer modernen Kritik nicht immer Stand halten dürfte, — Baer untersuchte im Flächenbilde, wir sind gewohnt nach der Schnittserie zu urteilen — so

Digitized by Google

niedrigen Stufe der Entwicklung steht, dass man nicht vielmehr als Erhebungen und Kügelchen sieht, so erscheinen eben deshalb die Unterschiede um so größer, und man kann kaum begreifen, wie diese Verschiedenheiten zu demselben Resultate führen und wie nicht neben vollkommenen Hühnern zahllose Krüppel entstehen[1]). Da aber die Zahl der Krüppel unter den

---

ändert dieses an der Richtigkeit der Wahrnehmung Baer's doch nichts. Baer beruft sich auch auf Beobachtungen, welche ganz einwandsfrei sind, speziell auf Verhältnisse, deren Variabilität auch von anderer Seite nachträglich bestätigt und jetzt allgemein bekannt sind; ich erwähne als solche Verschiedenheiten der Urwirbelzahl, verschiedene Proportionen zwischen Kopf und Hals, individuelle Krümmungen, Verschiedenheit des Primitivstreifen-Bildes u. s. w. Als Beleg citiere ich einige Aeußerungen der Neuzeit. Ich entnehme den Untersuchungen Keibel's folgende Angaben (Morpholog. Arbeiten [Schwalbe] Bd. V, Studie II, S. 140 u. 141). Ein Schweineembryo von 1,16 mm Länge besitzt einen längeren Kopffortsatz als ein Embryo von 1,42 mm. Zwei gleich lange Embryonen von 2,1 mm zeigen in dem einen Falle einen Kopffortsatz von 0,56 mm, im anderen von nur 0,42 mm. Ebenso beträgt die Länge des Primitivstreifens bei einem 1,28 mm, beim anderen 1,3 mm. Bei zwei Embryonen ist der Primitivstreifen übereinstimmend 0,94 mm lang, der Kopffortsatz hingegen beträgt bei einem 1,12 mm, beim anderen 1,56 mm. Nahezu gleich lange Primitivstreifen (0,5 und 0,52) inkl. Medullarspalt haben zwei Objekte, die Differenz in der Länge der Kopffortsätze beträgt 1,3 mm, die Differenz in der Körperlänge ist 1,32 mm. Die Ergebnisse der neueren Zeit wurden mit allen verfeinerten Hilfsmitteln einer raffinierten Technik gewonnen. — K. E. v. Baer gelangte zu der prinzipiell gleichen Einsicht durch bloße Lupenuntersuchung.

1) Es muss zum richtigen Verständnisse und Würdigung der vorliegenden Beobachtungen ausdrücklich hervorgehoben werden, dass Baer bei der Beurteilung der individuellen Variation ganz besondere Rücksicht auf etwaige Fehlerquellen nahm. Es war ihm bekannt, dass Differenzen in der Entwicklung auftreten, je nachdem ob längere oder kürzere Zeit zwischen der Eiablage und Beginn der Bebrütung verlaufen; Baer sagt: „Alte Eier können gegen frische bei denselben Wärmegraden um einen bis zwei Tage zurückbleiben, wie ich im Bereiche der ersten fünf Tage gefunden hatte" (S. 6). Aus diesem Grunde sah sich auch Baer veranlasst, um eine „Normalentwicklung" zu erhalten, nur solche Eier unter die Henne zu schieben, „die wenige Tage vorher gelegt waren". — Baer hatte auch bereits erkannt, welchen Einfluss stärkere Temperaturschwankungen während des Bebrütungsgeschäftes nach sich ziehen. Speziell betont Baer, dass Herabsetzung der Temperatur nicht nur eine Verlangsamung der allgemeinen Entwicklung zur Folge hat, sondern auch andere Funktionen sinken z. B. die Zahl der Herzschläge abnehme. Aus diesem Grunde hat Baer, neben künstlich bebrüteten Eiern, zur Kontrole auch viele Eier von zahlreichen Hennen — wie er selbst erwähnt und Augenzeugen bekunden — ausbrüten lassen. Baer hat ferner auch die feine Beobachtung verzeichnet, dass nur die in der Mitte des Brutapparates (Lampenregulierung und Thermometerkontrolle) gelegenen Eier sich normal entwickeln,

Digitized by Google

älteren Embryonen und erwachsenen Hühnern, nur sehr gering ist, so muss man zurück schließen, dass die Verschiedenheiten ausgeglichen werden, und jede Abweichung, so viel wie möglich, zur Norm zurückgeführt wird".

Zur besseren Betonung hebe ich einige Sätze aus dem Zusammenhange heraus: Je jünger die Embryonen desto mehr Unterschiede und im Verhältnisse zur geringeren Ausbildung desto bedeutendere. Alle Beobachter machen diese Bemerkung. Abgesehen von dem rascheren oder langsameren Fortschreiten der gesamten Entwicklung würde man die größten Unterschiede erkennen und glauben, diese Embryonen könnten nicht zu derselben Form sich ausbilden. Man kann kaum begreifen, wie diese Verschiedenheiten zu demselben Resultate führen und wie nicht neben vollkommenen Hühnern zahllose Krüppel entstehen.

Wer vorstehende Seiten durchgelesen hat, wird mir wohl ohne weiteres zugeben, dass ein Forscher, welcher von einem derartigen Umfange der physiologischen individuellen Variation überzeugt gewesen ist wie K. E. v. Baer doch unmöglich Gewährsmann des Herrn Keibel sein kann, welcher Folioseiten lang, in langen Tiraden gerade gegen die Breite dieser Variation polemisiert und wiederholt „direkt betont", dass er diese individuelle Variationsbreite bei Schweinen „nicht sehr bedeutend" gefunden hat.

Wir stehen also vor der bezeichnenden Thatsache, dass K. E. v. Baer's prinzipieller Standpunkt, selbst von einem Forscher, welcher in lobenswerter Weise bekennt, dass Baer's „Aeußerungen in solchen Fragen aber auch heute noch die allerhöchste Beachtung verdienen" entweder nicht gekannt oder missverstanden [1][2]) ist. Es drängt mich

in der Peripherie bei Berührung mit dem Apparate missgestaltet werden können. — Vor Allem aber ist, zur richtigen Würdigung seiner Angaben über individuelle Variationen in den Vordergrund zu stellen, dass Baer bei seiner Beurteilung von Eiern ausging, welche **frisch gelegt** und von der **Henne** bebrütet waren, also Garantie boten für **physiologische Befunde.**

1) Keibel dürfte sich auf einen von ihm missverstandenen — weil kurz gehaltenen Satz — berufen (S. 5). Baer spricht hier ganz ausdrücklich von „Periodicität der Entwickelung", welche in Bezug auf „Ungleichheiten im Nebeneinandersein der Erscheinungen" nicht sehr bedeutend sein soll. Dass dieser Begriff der „Periodicität" jedenfalls nicht so ausgelegt werden darf, wie es Keibel gethan hat, bezeugt unwiderleglich Baer's ausführliche Besprechung auf S. 147 u. 148. Baer verweist ganz ausdrücklich auf die größten individuellen Unterschiede, abgesehen von dem rascheren oder langsameren Fortschreiten der gesamten Entwicklung.

2) Auch noch in einem anderen Falle dürfte Keibel sich im Irrtume befinden. Sowohl Baer als auch ich „bewerten" die individuelle Variation als eine durchaus physiologische Erscheinung. Ein sonstiger prinzipieller

Digitized by Google

daher an dieser Stelle noch weiter Zeugnis abzulegen von der geistigen Größe K. E. v. Baer's und manche andere Aeußerung — wie es scheint — der Vergessenheit zu entreißen.

Um jedoch die Bedeutung der von Baer schon damals aufgestellten Sätze besser hervortreten zu lassen, will ich zuerst einen ganz kurzen historischen Rückblick werfen.

Mehr als ein halbes Jahrhundert galt in der Biologie der Glaube, dass die individuelle Entwicklung nach einer festen unerschütterlichen Norm verlaufe. Erst in den allerletzten Decennien ist ein Umschwung in der Meinung eingetreten.

Auf theoretischem Wege hatte W. Roux schon im Jahre 1881 vertreten, dass „vollkommen typische" ohne die geringste Störung und Abweichung von der Norm verlaufende Ontogenese wohl überhaupt nicht vorkommt, sondern dass bei jeder individuellen Entwicklung

---

Unterschied in der Bewertung zwischen Baer und mir ist mir nicht bekannt. Folgende Aeußerung Keibel's ist mir daher auch ganz unverständlich: „Ich gebe Mehnert das Vorkommen einer gelegentlich gar nicht unbedeutenden Variationsbreite in der individuellen Entwicklung zu, bewerte sie aber mit*) K. E. v. Baer nicht in derselben — meiner Ansicht nach ohne Zweifel zu starken — Weise wie Mehnert". (Es dürfte wohl K. E. v. Baer gemeint sein). Es wäre doch Keibel's Aufgabe gewesen, nicht nur zu behaupten, sondern seine Behauptung durch irgend einen Hinweis oder sonst irgendwie zu motivieren. Der kahle Ausdruck „ohne Zweifel" ist doch kein wissenschaftlich zulässiges Argument. Eine ähnliche Taktik schlägt Keibel in den Ergebnissen ein. Er sagt auf S. 788 (Bd. VII): „glaube aber, dass Mehnert dieselbe (nämlich die Variabilität in der Entwicklung) doch (vergl. auch Normentafel des Schweines) übertrieben stark bewertet und stimme in dieser Auffassung durchaus mit den Ausführungen älterer Autoren u. s. w. überein". Wenngleich ich das Glaubensbekenntnis Keibel's durchaus unangetastet lassen will, so muss ich doch sagen, dass ein derartiger Appel an das Gefühlsleben in wissenschaftlichen Disputen zwar originell und neu ist, aber sonst keinen Eindruck macht. Es ist bis jetzt in wissenschaftlicher Litteratur Gebrauch gewesen, nicht nur zu glauben, sondern Behauptungen zu belegen. Zur Pflicht aber wird es, wenn eine Aeußerung gegen einen Fachgenossen gerichtet wird. Speziell in diesem Falle wäre es wohl Keibel's Aufgabe gewesen, nicht nur einen Vorwurf unmotiviert hinzuschleudern, sondern zu zeigen, inwiefern er meine „Bewertung" für „übertrieben stark" hält und inwiefern — was ich leugne — meine Bewertung von derjenigen Baer's abweicht. Weshalb nennt Keibel auch seine angeblichen Gewährsleute nicht? K. E. v. Baer ist es jedenfalls nicht — wie vorliegende Abhandlung lehrt. Auch Baer's Zeitgenossen dürften es wohl kaum sein. Baer sagt nämlich ausdrücklich „Alle Beobachter machen diese Bemerkung". Vielleicht stehen Keibel nur wenig bekannte Quellen zur Verfügung — desto unmotivierter das Verschweigen derselben.

*) Im Originale nicht gesperrt.

Digitized by Google

durch Abweichung von der Norm die Mechanismen der Selbstregulation aktiviert werden [1]).

Jene Autoren, welche sich nicht darauf beschränkten, einige wenige Embryonen zu untersuchen, sondern an einer größeren Zahl von Objekten Studien machten, kamen zur Ueberzeugung, dass in der That unter gleichaltrigen oder gleich großen Embryonen ein und derselben Species große individuelle Unterschiede bestehen können.

Vor allen gebührt darin Bonnet die Krone. Zu einer Zeit, in welcher in der Litteratur nur zerstreute Belege vorlagen und nicht nur in Hand- und Lehrbüchern sondern auch in Specialarbeiten grober Schematismus in der Darstellung und grobe Verallgemeinerung im Schwunge war, hatte Bonnet an eigenen Beobachtungen die Aufmerksamkeit der Fachgenossen wieder auf individuelle Variation gelenkt. Bonnet [2]) berichtete im Jahre 1884, dass bei Schaafsembryonen, so bedeutende Differenzen in der Entwicklung vorkommen, dass es ihm „unglaublich schwer" fiel, gerade die gewünschten Stadien zu erhalten. Fünf Jahre später erwähnte Bonnet auf dem Anatomenkongresse in Berlin die individuellen Variationen bei Pferdeembryonen als eine gewöhnliche Erscheinung. Bonnet [3]) sagte wörtlich: „Es braucht wohl kaum betont zu werden, dass die angegebenen Maße ziemlich bedeutenden individuellen Schwankungen an den einzelnen Eiern unterliegen".

Darauf hin hat Fischel in seiner bekannten Arbeit individuelle Variationen bei Entenembryonen als eine allgemeingiltige Erscheinung nachgewiesen. Fischel [4]) sagt „individuelle Variationen in Bezug auf die Länge kommen in allen Stadien vor". Auf S. 399 lesen wir: „In dieser Beziehung wurde zunächst wiederholt betont, dass zwischen der Gesamtlänge und der Länge der Teilstrecken in fast allen Fällen keine feste Beziehung besteht".

Ein Jahr vorher war meine Variationsarbeit erschienen. Neben ausgedehnten eigenen Untersuchungen hatte ich aus der Litteratur über hundert Beobachtungen von zum Teil weitgehendsten individuellen Variationen zusammengetragen. Ich berichtete über Petromyzon, Amphibien, Reptilien, Säugetieren inklusive Mensch. Als Referent über Variationen in dem Schwalbe'schen Jahresberichte habe ich ferner auch Belege gefunden für bedeutende Variationen unter Evertebraten, Knochenfischen, Selachiern und auch Amphioxus. Man kann wohl sagen, dass individuelle Variationen im Embryonalleben erst in der

1) Roux, Der züchtende Kampf der Teile im Organismus, 1881. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik, Bd. I S. 224, sowie Bd. II S. 980—982.

2) Bonnet, Archiv f. Anatomie, 1884, S. 186.

3) Bonnet, Anatomische Gesellschaft, Berlin 1889, S. 20.

4) Fischel, Morphologisches Jahrbuch, 1896, S. 369—405.

Digitized by Google

neuesten Zeit eine besondere Aufmerksamkeit gefunden haben, denn mit jedem Jahre mehrt sich die Zahl einschlägiger Beobachtungen und die Diskussion über dieselben gewinnt eine immer breitere Basis. Aus diesem Grunde sah sich auch Schwalbe veranlasst, gerade das Thema der individuellen Variation mit Berücksichtigung auch der embryonalen Variationen als Eröffnungsrede auf der letzten anatomischen Versammlung (in Kiel) zu wählen.

Wir finden also, dass die Frage nach der individuellen Variation beim Embryo mehr als ein halbes Jahrhundert schwieg und erst gerade jetzt wieder in den Brennpunkt des morphologischen Interesses gerückt ist. Es wäre durchaus unzutreffend, wenn diese Frage, wie es wiederholt geschehen ist, als eine Frage der Neuzeit, bezeichnet worden ist.

Solchem ist entgegenzuhalten und in Erinnerung zu bringen, dass K. E. v. Baer bereits vor 75 Jahren die weitgesteckte Breite der individuellen Variation beim Hühnchen kannte und schon damals in richtiger Würdigung betont hat, dass sie eine physiologische zu normalen Endprodukten führende Erscheinung des Embryonallebens sei.

Es muss wahrhaft Staunen erregen, dass K. E. v. Baer seinen Zeitgenossen in den von uns diskutierten Fragen um nahezu $^3/_4$ Jahrhundert vorangeeilt war und schon damals auf jenem Standpunkte ruhte, zu welchem unsere Zeit sich erst vor Neuem mühsam emporkämpfen musste. Unwillkürlich muss man sich deshalb die Frage vorlegen, nach welcher Methode schon damals derart eminente Ergebnisse gefördert werden konnten. Auch hierin ist Baer und seine Zeitgenossen vielen neueren Forschern bei weitem vorangewesen.

Es gab eine Zeit in der Embryologie, in welcher es Sitte war, erst die fertige Serie zu beachten und insbesondere nur Schnitte bei starker Vergrößerung abzubilden. Die Zahl der Flächenbilder trat allmählich ganz in den Hintergrund. Es ist verständlich, dass bei dieser Methode der Blick mehr auf die kleineren Verhältnisse, Karyokinesen, kurz überhaupt Tinktionseffekte gelenkt wurde, die Einsicht in die Proportionen mehr und mehr schwand.

Doch auch in diesem Treiben haben zum Glücke die Bemühungen von His gründlich Wandel geschaffen[1]). His zeigte, dass es in erster Linie auf eine Rekonstruktion der Schnittserien ankomme und dass

1) Es kann nicht mit Schweigen übergangen werden, dass auch unabhängig von His, von Emil Rosenberg, damals in Dorpat, ein Rekonstruktionsverfahren mittels Wachstafeln eingeschlagen worden ist, welches in der Dissertation von Swirski und anderen mit Erfolg in Anwendung kam. Auch die von Türstig bei seinen bekannten Aortenuntersuchungen geübte Methode der Flächenrekonstruktion auf Millimeterpapier ist meines Wissens in Dorpat ausgebildet worden.

Digitized by Google

daher ein Studium bei schwacher Vergrößerung resp. Aufzeichnen des ganzen Embryo eine unerlässliche Vorbedingung sei. Heutzutage ist auch die photographische Flächenaufnahme bei schwacher Vergrößerung und speziell die Rekonstruktionsmethode zur allgemeinen Geltung gekommen. Auch die in allerjüngster Zeit in Angriff genommene „Normenforschung" verfolgt den Plan der Vergleichung der bei schwacher Vergrößerung gezeichneten Embryonen.

Doch auch dieses vorzügliche von His zuerst für menschliche Embryonen durchgeführte Verfahren ist keine Errungenschaft der Neuzeit. Gerade die älteren Autoren kannten die Superiorität der schwachen Vergrößerung beim Studium morphogenetischer Prozesse und übten daher Lupenvergrößerung im weitgehendsten Maße[1]). Baer wandte mit Vorliebe schwache Vergrößerungen an, weil seiner Erfahrung nach eine stärkere Vergrößerung die geringen Unterschiede der Oberflächentextur verwische.

K. E. v. Baer brachte demnach schon jenes Verfahren in Vorschlag, welches erst jetzt nach $^3/_4$ Jahrhundert in den Normentafeln realisiert zu werden beginnt. Baer empfiehlt nämlich eine Anzahl ausgewachsener Hühner ganz genau mit ihren äußeren und inneren Gestaltungen auf eine Tafel zu zeichnen. Das gleiche Verfahren möchte er auch für verschieden junge Embryonen angewandt wissen[2]). Allerdings waren Baer's Bestrebungen nicht darauf gerichtet, auf diesem Wege „Normen" zu gewinnen — wie mancher junge Forscher heutzutage wähnt — sondern er hatte ganz richtig erkannt, dass ein solches Unternehmen gerade die individuellen Variationen in übersichtlichster Weise kenntlich machen und speziell die überraschende Größe derselben einwandsfrei hervortreten lassen würde[3]).

Auch noch in dritter Hinsicht hat Baer bei seinen Untersuchungen ein Verfahren eingeschlagen, welches dem modernen Verfahren gegenüber als bei weitem überlegen bezeichnet werden muss. Vor mir liegen einige neu erschienene dickleibige Arbeiten, welche im Grunde nicht mehr als eine detaillierte Beschreibung einiger weniger Embryonen bieten. Selbst Monographien sind mir bekannt, welche kaum über ein

1) So sagte Pander kurweg „eine starke Vergrößerung leistet hier gar keine Dienste". Auch Dursy betonte mit Recht, dass bei Flächenbildern stärkere Vergrößerungen die Schärfe der Bilder zum Schwinden bringen und nur bei geringer Vergrößerung deutlich gesehene Schattierungen und Abgrenzungen hervortreten. (Der Primitivstreifen des Hühnchens. Lahr 1866. S. 7.)

2) Dem Herausgeber der Normentafel des Schweines scheint dieses Verfahren Baer's auch unbekannt geblieben zu sein. Ich vermisse einen wohl geziemenden Hinweis.

3) Es gereicht mir zur Genugthuung, dass auch Baer dieses Verfahren schon vor 75 Jahren in genau der gleichen Weise beurteilte, wie ich es gelegentlich in meiner Biomechanik auf S. 137 Anmerkung gethan habe.

Google

Dutzend Embryonen berichten. Baer indessen begnügte sich nicht mit einzelnen Embryonen, sondern hielt es für ganz unerlässlich, viele tausende von Embryonen einer und derselben Species, nämlich des Huhnes, zu prüfen und unter einander zu vergleichen. Wir lesen auf S. XIV Teil I „die Zahl der von mir geöffneten Eier mag sich auch, wie bei der Würzburger Untersuchung, auf ein paar Tausend belaufen..."

Es ist daher auch ohne weiteres klar, dass bei einem Vergleichsmateriale von vielen tausenden Objekten auch Baer's Erfahrungen über die Breite der individuellen Variation tieferer und sicherer fundiert sind als bei der meist nur auf wenige Objekte beschränkten Untersuchungsmethode unserer Tage.

Schon Roux erwähnt[1]), dass Baer das Ziel der modernen Entwicklungsmechanik richtig erfasst und vorgezeichnet hat in den Worten, es sei Aufgabe der Zunkunft „die bildenden Kräfte des tierischen Körpers auf die allgemeinen Kräfte oder Lebensrichtungen des Weltganzen zurückzuführen". Auch in der speziellen Frage nach der Genese des Blutgefäßsystemes huldigt Baer ganz modernen Anschauungen, wenn er die Formgestaltung von der Funktion in Abhängigkeit bringt[2]).

Wenn wir aber die Aeußerungen Baer's über allgemeine Fragen der Embryogenese noch weiterhin ins Spezielle verfolgen, so stoßen wir auf ein Resultat, welches eng an die neuesten Triumphe der Entwicklungsmechanik sich anschließt. Baer verweist nämlich darauf, dass alle embryonalen Verschiedenheiten mit der Zeit ausgeglichen werden und jede Abweichung schließlich so viel wie möglich zur Norm zurückgeführt wird.

Wer dächte beim Lesen dieser Zeilen nicht an die schönen Ergebnisse der kausal-experimentellen Schule über gestaltliche Selbstregulation während der Entwicklung, deren Kenntnis bekanntlich durch Roux, Driesch, Morgan und Fischel gerade in der letzten Zeit so sehr gefördert worden ist. Vor mir liegt die neueste, vor wenigen Monaten erschienene Publikation über dasselbe Thema. Ich lese in der Arbeit Fischel's[3]): „Alle Verzerrungen und Unregelmäßigkeiten der Gesamtform (werden bei Echiniden) nach dem erwähnten physikalischen Gesetze ausgeglichen" und auf S. 585 wird geäußert: „Es waltet in den späteren Stadien das unverkennbare Bestreben vor, eine in ihrer Gesamtform nach normale Larve herzustellen". — Und doch ist bereits vor 75 Jahren Baer auf anderem Wege und durch andere Ueberlegungen zu ganz der gleichen Ueberzeugung

1) W. Roux, Einleitung zum Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. I, Heft 1, S. 21.

2) W. Roux, Gesammelte Abhandlungen, Bd. II, S. 213.

3) A. Fischel, Experimentelle Untersuchungen am Ctenophorenei (Fortsetzung). Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. VII, Heft IV, S. 592.

Digitized by Google

gelangt. Ueber die Vorgänge dieser Selbstregulationen und über die an ihnen beteiligten Wirkungsweisen ist aber erst durch die experimentelle Forschung angefangen worden, einiges Licht zu verbreiten.

Noch imponierender ist folgende tiefe Bemerkung Baer's, welche gleichsam ein beredetes Zeugnis für die Feinheit seiner Beobachtungsgabe liefert.

Baer behauptete schon im Jahre 1826: je jünger die Embryonen sind um desto mehr Unterschiede und im Verhältnisse zur geringeren Ausbildung um desto bedeutender erscheinende Unterschiede seien beim Hühnchen zu bemerken.

Ich vermag die Bedeutung dieser fundamentalen Erkenntnis Baer's nicht besser hervortreten zu lassen als dadurch, dass ich jetzt zwei Ergebnisse exakter Forschung anreihe, welche in der allerneuesten Zeit auf statistischem Wege und durch Messungen einwandslose und überzeugende Resultate gefördert haben.

Fischel hat vor kaum drei Jahren festgestellt, dass unter normalen Verhältnissen bei Entenembryonen gerade bei den jüngsten Stadien individuelle Variationen bedeutender seien als später und mit zunehmendem Alter geringer werden, beziehungsweise selbst zu verschwinden scheinen (1896, l. c. 400).

Im April v. J. hat Schwalbe auf dem Anatomenkongresse in Kiel die gleiche Beobachtung auch für Säugetiere mitgeteilt. Schwalbe berichtet: „dass im allgemeinen jüngere Embryonen desselben Uterus multiparer Tiere eine größere Variationsbreite zeigen als ältere". Die ausführliche Publikation über dieses Thema ist erst in Aussicht gestellt.

Vorstehende Betrachtung ergiebt, dass selbst die neuesten von autoritativer Seite unternommenen Untersuchungen auch in Bezug auf diese Seite der Frage nach der individuellen Variation des Embryo die Erkenntnis K. E. v. Baer's nur bestätigen konnte.

Wir stehen also der beachtenswerten Thatsache gegenüber, dass trotz der verfeinerten Methoden und der besseren technischen Hilfsmittel, trotz der ungeheuren Förderung und der kolossalen Fülle von Special- und Detailkenntnis, gerade in Bezug auf einen Kardinalpunkt der Biologie des Embryo — nämlich der Frage nach der physiologischen Ausdehnung der individuellen Variation — welche ihrerseits durch Darwin zum unerschütterlichen Fundamente der Descendenztheorie gesetzt wurde — unsere Zeit nicht wesentlich anders urteilt als es K. E. v. Baer schon zu Anfang dieses Jahrhundertes gethan hat.

Diese Thatsache noch im scheidenden Jahrhundert an das Tageslicht zu ziehen, auf die geistige Größe dieses feinen Beobachters und tiefen Denkers hinzuweisen, aber auch sein Andenken gegen Entstellung zu schützen war der Zweck der vorliegenden Mitteilung. [58]

Die Protozoënkeime im Regenwasser.

Von Dr. G. Lindner,
Generalarzt a. D. in Cassel.

(Schluss.)

Zeitweise findet sich das Parenchym dieser Ciliaten, wie schon erwähnt, mit zahlreichen kleinen runden Körperchen gefüllt, welche mit den schon beschriebenen in der betreffenden Kulturflüssigkeit oft myriadenweise schwimmenden — teils ruhenden, teils lebhaft sich bewegenden — sporenartigen Mikrobien, die größtenteils kleiner sind wie die Blutkügelchen, identisch zu sein scheinen. Bei aufmerksamer Betrachtung des durchsichtigen Zellkörpers kann man diese Mikroorganismen auch im Parenchym desselben zuweilen — wenigstens teilweise — sich bewegen und ab und zu aus dem neben dem Schlunde befindlichen Afteröffnung herausschlüpfen sehen. Im Freien scheinen sie demnächst nur kurze Zeit umherzuschwimmen und sodann eine Zeit lang im Ruhezustande zu verharren. Nach dem Ausschlüpfen der Mikrobien scheint die Mutterzelle alsbald zu degenerieren und zu zerfallen.

Die mit solchen kleinen Körperchen zeitweise gefüllten Tierchen (Fig. 5a) unterscheiden sich morphologisch wesentlich von den sonst gewöhnlich zur Beobachtung kommenden Askoidienformen (Fig. 5c). Bei letzteren erscheint namentlich auch der Nukleus größer und deutlicher markiert, wie bei ersteren.

In den frisch bereiteten Regenwasser-Kulturen, in denen nach einiger Zeit einzelne gut entwickelte Askoidien zum Vorschein gekommen sind, dauert es gewöhnlich ein paar Tage, bis sie sich zahlreich vermehren. Dieser millionenfachen Vermehrung geht gewöhnlich eine mehr oder minder zahlreiche Verschmelzung von zwei gleich großen, mit der hinteren Hälfte der Bauchfläche sich aneinander legenden Muttertierchen — Konjugation — voraus. Bei diesem Vorgange (Fig. 5c) sieht man die beiderseitigen Nuklei alsbald sich vergrößern, in der Richtung nach dem hinteren Wimperkranz sich zuspitzen und mitten in der Bauchwand der beiden Mutterzellen mit einander verschmelzen. Bald nachher — gewöhnlich am dritten Tage nach dem Erscheinen der ersten Muttertierchen — beobachtet man eine ähnliche Konjugation zwischen einer großen und einer ganz kleinen Vorticelle (Fig. 5d), welche letztere sich gewöhnlich nahe am Nukleus der ersteren festsetzt und sich oft wieder losreisst, um ein anderes großes Individuum zu überfallen und dann mit ihm zu verschmelzen. Diese kleinen Lebewesen, an denen man in der Regel nur den hinteren Wimperkranz und die kontraktile Vakuole deutlich unterscheiden kann, scheinen die Befruchtung des Nukleus zu vermitteln, mithin die Funktion von Männchen auszuüben. Sie haben nur eine kurze Lebensdauer, indem sie gewöhnlich nach drei Tagen aus dem Gesichtsfelde ver-

Digitized by Google

schwinden, um anderwärts nach Ablauf derselben Zeit wieder zu erscheinen, nachdem man einen Tropfen der betreffenden Kulturflüssigkeit in ein neues Nährsubstrat verpflanzt hat.

Bald nach der Verschmelzung der beiden großen Mikrozoën bezw. des kleinen mit dem großen Individuum tritt eine Teilung des vergrößerten Nukleus und später eine Degeneration des Muttertierchens ein. Die in Teilung befindlichen Kerne sieht man nach Zerfall der Mutterzelle zuweilen frei in der Kulturflüssigkeit schwimmen (Fig. 5e). Die zweite Art der Konjugation dürfte im etymologischen Sinne als Kopulation zu bezeichnen sein[1]).

Die Teilung des Nukleus nach der Konjugation, bezw. Kopulation erfolgt gewöhnlich mehrfach; einfache Teilung des ganzen Mutterkörpers einschließlich des Nukleus habe ich bei den Askoidien nur selten beobachtet. Zuweilen scheint dagegen eine sogenannte Brutteilung des Kernes, das ist eine Teilung in Kinder, Enkel, Urenkel u. s. w. stattzufinden, wobei gewisse äußere Bedingungen, z. B. Jahreszeit, Temperatur, Witterung, Beschaffenheit des Nährsubstrats (der Schmutz- und Sumpfwässer etc.) einen begünstigenden Einfluss üben dürften. Durch eine solche Brutteilung wird wahrscheinlich jene Ueberfüllung der Mutterzellen mit Sporidien veranlasst (Fig. 5a). In den Regenwasser-Kulturen vom J. 1898 habe ich diese Erscheinung, wie schon erwähnt, hauptsächlich im Monat Dezember und im geringeren Grade Ende Juli beobachtet. Beide Mal erfolgte ihre Vermehrung ganz außerordentlich rasch und in enormer Zahl und es zeigte sich in dem Kulturwasser alsbald ein lebhaftes Gewimmel von kleinsten Sporidien, sowie von Askoidien mit ihren Zweifach verschiedenen Pärchen in den verschiedensten Größenverhältnissen, wobei gewöhnlich auch die begleitenden Trichomonaden nicht fehlten.

Die öfters gemachte Wahrnehmung, dass das Parenchym der Muttertierchen mit kleinen runden Körperchen vollgestopft ist, welche mit den gleichzeitig in demselben Wasser frei schwimmenden Mikrobien identisch zu sein scheinen, gab mir zu der Mutmassung Anlass, dass dies die niedersten Entwicklungsstufen der stiellosen Vorticellen sein müssten, welche nach dem Heraustreten aus der Mutterzelle bald langsam, bald rascher weiter wachsen und die Vermehrung der Art besorgen.

Dieser Verdacht wurde durch folgende Beobachtungen gestützt:

---

1) In den zoologischen Lehrbüchern (vergl. den Nachtrag am Schluss dieser Abhandlung, S. 461) wird auch eine Fortpflanzung der Ciliaten durch Knospung beschrieben, welche besonders an festsitzenden Infusorien beobachtet wird, u. a. bei den gestielten Vorticellen. Diese Knospen sollen sich hier als Höcker auf dem Periplasma der Muttertiere erheben und alsdann Teilstücke des Makro- und Mikronukleus enthalten.

Digitized by Google

1. Nach der $^1/_2$ bis 2 Wochen hindurch fortgesetzten Züchtung der Askoidien in dem im Kulturglase A — [in B und C bleiben sie meist 3 bis 4 Wochen fortpflanzungsfähig] — enthaltenen Heuaufguss kapseln sie sich teilweise ein, zum Teil sterben sie ab und zerfallen. Letztere enthalten in ihrem Inneren gewöhnlich noch eine kleinere oder größere Zahl von ruhenden sporenartigen Körperchen.

2. Diese Sporidien gedeihen in denselben Nährsubstraten, wie die Muttertierchen, besonders in Tierblut, in frischem sowohl, wie in bereits faulendem.

3. Beim Eintrocknen ihrer Nährflüssigkeit z. B. auf dem Objektglase des Mikroskops haben die Sporidien ebenso wie die großen Ciliaten das Bestreben, sich aneinander zu legen und verschieden geformte Konglomerate, sogenannte soziale Aggregationen zu bilden.

4. Bei ihren Schwimmbewegungen haben nicht bloß die vollkommen entwickelten Alten, sondern auch jene Sporidien die Neigung, sich öfters um ihre Körperaxe zu drehen.

Durch diese Gründe wurde indessen für jene Vermutung kein Beweis erbracht; hierzu war es erforderlich, eine Reinkultur von jenen Sporidien herzustellen, um aus dieser die Muttertierchen der zugehörigen Art direkt züchten zu können. Nach vielen vergeblichen Versuchen ist es mir in der letzten Zeit wiederholt gelungen, eine solche Reinkultur in Tierblut mir zu verschaffen. In der betreffenden Nährflüssigkeit befanden sich außer den niemals fehlenden verschiedenartigen Spaltpilzen zahllose — aus früheren Askoidien-Kulturen stammende — lebhaft sich bewegende kleine Sporidien, während sich Vorticellencysten oder lebende, bezw. encystierte Monadinen nicht darin befanden. Wann ich dann einen Tropfen von dieser sporenhaltigen Lymphe in frisch bereiteten Heuaufguss übertrug, so kamen schon nach 24 Stunden, spätestens nach 2 bis 3 Tagen, vollständig entwickelte, kräftige, zur baldigen Vermehrung durch Konjugation und Kopulation geeignete Askoidien zum Vorschein, und zwar ohne die sonst so häufig vorkommende Gesellschaft von Trichomonaden oder Cercomonaden[1]).

1) Das rasche Heranwachsen der niederen Entwicklungsstufen oder Sporidien zu den großen Muttertieren nach 1 bis 3 Tagen scheint jedoch nur in dem seltener vorkommenden Falle zu erfolgen, wenn die Teilsprösslinge des Nukleus schon im mütterlichen Organismus die hierzu erforderliche Reife erlangt haben. Für gewöhnlich scheinen darüber, wie bereits erwähnt, mehrere Tage, selbst Wochen zu vergehen.

Die in ds. J. von Mitte Januar bis anfangs Mai fortgesetzten Kulturen mit Regenwasser hatten folgendes vom vorigen Jahre abweichende Ergebnis:

Lebende Vorticelliden, oder andere Ciliaten, oder Monadinen waren darin nicht nachweisbar. Außer vielen abgestorbenen Infusoriencysten fanden sich im Februar und März mehr oder weniger zahlreiche, größtenteils ruhende Sporozoenformen, welche teilweise durch Vereinigung mehrerer Individuen verschieden große Plasmodien bildeten. Dieser Befund änderte sich plötzlich gegen

Digitized by Google

Durch jenes mit mehr als einmal mit Erfolg vorgenommene Experiment meine ich indessen den Beweis für die Identität der kleinen Sporidien mit den manchmal hundertfach größeren Muttertierchen der Askoidien erbracht und gleichzeitig nachgewiesen zu haben, dass jene sporenartigen Mikrobien thatsächlich niedere Entwicklungsstufen der stiellosen Vorticellen und nicht etwa besondere Monadenformen darstellen, welche den Askoidien zur Nahrung gedient haben könnten. Desgleichen wird dadureh auch ein anderer Einwand widerlegt, welcher mir neuerdings von berufenster Seite gemacht worden ist und der auf der Vermutung beruht, dass jene kleinen Sporidien nicht die niederen Entwicklungsstufen derselben Art, sondern in das Parenchym der Askoidien eingewanderte kleinste tierische Parasiten sein dürften.

In dem mehrmals erwähnten Lehrbuch von Prof. Claus findet sich auf S. 238 die Mitteilung, dass die Schwärmer gewisser Suctorien — [der Gattung *Podophrya*] — nicht selten in das Innere anderer großer Infusorien (Paramäcien, Stylonychien u. s. w.) eindringen und durch Teilung daselbst Sprösslinge bilden, welche schließlich ausschwärmen. Prof. Stein hat diese parasitischen Schwärmsprösslinge — [nach den Beobachtungen von Claus und anderen Zoologen] — längere Zeit irrtümlich für schwärmende Embryonen von Stylonychien etc. gehalten [s. Claus a. a. O.].

Obschon ich mir nun auf Grund zahlloser genauer mikroskopischer Untersuchungen bewusst war, dass mir ein solcher Irrtum bei meinen Askoidien nicht vorgeworfen werden könne, da die Schwärmer der genannten Suctorien durch ihre Saugröhren von den Schwärmern anderer Infusorien bezw. der Vorticelliden leicht zu unterscheiden sind, so wandte ich mich doch im vergangenen Frühjahr direkt an den Prof. Claus in Wien mit der Bitte, meine Beobachtungen über die Fortpflanzung der von mir beschriebenen Askoidien näher zu prüfen, und wenn möglich, selbst einer Nachprüfung zu unterziehen. Hierauf teilte mir Herr Prof. Claus in einem äußerst liebenswürdigen Briefe vom 30. Mai v. J. mit, „dass er den eingehenden Bericht über die „stiellosen Vorticellen mit lebhaftem Interesse gelesen habe, dass er „aber wegen eines tiefen körperlichen Leidens zur Zeit nicht in der

Ende März. Von da bis zum Mai traten in jeder Regenwasser-Kultur nach 3- bis 4tägiger Beobachtung zahllose lebhaft sich umhertummelnde kleinste Sporozoen zu Tage, die sich ziemlich schnell milliardenweise vermehrten. Diese Sporozoen unterschieden sich von den als Jugendformen der stiellosen Vorticellen auftretenden Sporidien teils durch ihre Kleinheit, teils durch außerordentlich rasche Vermehrung, ohne Formveränderung und ohne Bildung von Kolonien. Auffallend war es, dass diese Erscheinung zahlloser Sporozoen im Regenwasser mit dem in Cassel längere Zeit andauernden epidemischen Auftreten von heftigem, manchmal sogar tötlich verlaufendem Brechdurchfall bei Kindern sowohl, wie bei Erwachsenen im April zusammentraf, dessen veranlassende Ursache sich meist nicht ermitteln ließ.

Digitized by Google

„Lage sei, meinem Wunsche auf Nachprüfung zu entsprechen. Gegen „meine Beobachtung über die Entwicklung der stiellosen Form aus „gestielten Vorticellen und die geschlechtliche Fortpflanzung dieser von „mir Askoidien genannten Ciliaten müsse er indessen einwenden, dass „die von mir als Sporidien, oder niederste Entwicklungsstufen der „Askoidien angesprochenen Mikrobien wahrscheinlich Sprösslinge ein„gedrungener Parasiten seien, die sich bei den konjugierten Vorti„celliden auf Kosten der Substanz des vergrößerten Nukleus ernähren „und nachher ausschwärmen. — Ueber die Vermehrungsweise der „Ciliaten, besonders über die Veränderungen, welche der Nukleus und „Nukleolus während und in Folge der Konjugation erleiden, seien in „seinem Lehrbuch (6. Aufl., 1897) nähere Angaben und daselbst auch „die Beschreibungen der Konjugationsvorgänge bei Paramäcien, Vorti„celliden und anderen Infusorien von R. Hertwig und Maupas mit „enthalten.

„Uebrigens vermisse er in meinem schriftlichen Berichte genauere „Angaben über die allmählichen Veränderungen der Nuklei bei den „betreffenden konjugierten Lebewesen von Tag zu Tag, sowie über „die Größenverhältnisse, desgleichen ausreichende Abbildungen, die er „haben müsse, um ein zutreffendes Urteil über die von mir gemachten „Beobachtungen an einem ihm selbst noch nicht näher bekannten „Infusorium abgeben zu können".

Dass ich bei den Askoidien niemals einen Nukleolus wahrgenommen habe, hatte ich in meiner Berichterstattung an Herrn Prof. Claus nicht besonders hervorgehoben. Ich war deshalb vor kurzem im Begriff, dies nachträglich zu thun und zugleich mitzuteilen, dass es mir neuerdings gelungen sei, Reinkulturen von den sporenartigen Entwicklungsformen der Askoidien in Tierblut mir zu verschaffen und hieraus große vollständig geschlechtsreife Muttertierchen zu züchten. Zu meinem großen Bedauern aber ist diese briefliche Korrespondenz durch den inzwischen erfolgten Tod des genannten Gelehrten vereitelt worden.

Als Laie auf zoologischem Gebiete bin ich mir bewusst, dass meine Untersuchungen über die Vermehrung der Askoidien durch Konjugation, bezw. Kopulation, noch sehr unvollkommen sind, bezw. der Nachprüfung bedürfen und deshalb wäre mir hierbei die Belehrung eines bewährten Fachkundigen über diese oder jene Kontroverse sehr erwünscht.

Leider scheinen die berufenen Zoologen dem biologischen Studium der Askoidien, welche im Freien fast nirgends zu finden sind und gewöhnlich erst nach besonderen Züchtungsversuchen aus Schmutzwässern, oder aus dem Regenwasser etc. zu Tage treten, bisher wenig Aufmerksamkeit gewidmet zu haben. Ueberdem scheint es, als ob die betreffenden gestielten Vorticelliden nach Verlust ihres Stieles nur zu einem parasitischen Leben im Tier- und Pflanzenreiche, auf Flechten, Algen,

Digitized by Google

Pilzen u. s. w. befähigt seien, indem man ihren lebens- und entwicklungsfähigen Keimen daselbst häufig begegnet. Vom Standpunkte der Hygiene darf man sie deshalb nicht unterschätzen. In meinen schriftlichen Berichten habe ich wiederholt den Nachweis erbracht, dass man die in Rede stehenden *encystierten* Ciliaten nicht bloß im Freien in Sielen- und Sumpfwässern findet und durch geeignete Züchtung wieder beleben kann, sondern dass man sie, sowie die in den Cysten enthaltenen Teilsprösslinge nicht selten auch im Tierkörper trifft, u. a. in den Schleimhaut-Sekreten des Menschen beim Schnupfen. Die Nasenschleimhaut bildet nicht bloß für Bakterien, sondern auch für Protozoënkeime eine natürliche Ablagerungsstelle und ich habe die lebensfähigen Cysten der Askoidien manchmal in großer Zahl in der Schleimabsonderung beim Nasenkatarrh gefunden, resp. ins Leben zurückgerufen. Als begünstigendes Moment für das Schmarotzerleben dieser Cysten kommt ihre außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen austrocknende Einflüsse wesentlich mit in Betracht. Beim Schnupfen dürften sie indessen nicht als veranlassendes Agens, sondern als häufige Begleiterscheinung anzusprechen sein.

Was die aus dem Tierkörper in die freie Natur zurückgelangenden Askoidiencysten betrifft, so kann ich über ihre weiteren Lebensvorgänge nichts Näheres berichten. Wahrscheinlich gehen sie hier meist zu Grunde, weil sie durch das parasitische Leben im Tierkörper verwöhnt sind, oder sie vegetieren als Schmarotzer im Pflanzenreiche weiter. — Die Fähigkeit, wieder einen Stiel zu bilden, scheinen sie nach dem Abstreifen desselben und nach Bildung des hinteren Wimperkranzes vollständig verloren zu haben; wenigstens ist es mir bei meinen zahllosen Züchtungsversuchen niemals gelungen, die stiellos gewordenen Vorticellen in die ursprüngliche gestielte Form zurückzuführen.

Nachtrag.

Die von Wallengren in diesem Centralblatte Nr. 5 vom 1. März ds. Js. mitgeteilten Beobachtungen über die totale Konjugation bei *Vorticellina*, welche ich erst nach Beendigung vorstehenden Aufsatzes gelesen habe, veranlassen mich zu folgenden nachträglichen Bemerkungen: Der von W. beschriebene Konjugationsvorgang bei „*Epistylis simulans* Plate“ gleicht nur der Form nach dem entsprechenden Vorgang bei meinen Askoidien, wie er auf Figur 5d dargestellt ist. Die Verschmelzung eines kleinen (Mikrogonidie) mit einem großen Individuum (Makrogonidie) findet hier ziemlich regelmäßig in der Nähe des Nukleus des letzteren statt. Den weiteren Vorgang nach erfolgtem Verschmelzen beider Ciliaten genau zu verfolgen ist mir bisher nicht gelungen. Dem Anschein nach sterben beide Individuen bald nachher ab und nicht bloß die in das Endoplasma der größeren Mikrobie eingedrungene Mikrogonidie, deren zurückbleibender Rest nach Wallen-

Digitized by Google

gren's Beobachtung schließlich (bei *Epistylis*) von der unversehrt bleibenden Makrogonidie abgestoßen wird. Dem nämlichen Schicksal baldigen Zugrundegehens nach erfolgter Verschmelzung des beiderseitigen Nukleus scheinen auch die beiden gleich großen Muttertierchen zu unterliegen, welche sich zur Konjugation mit den Bauchflächen an einander gelegt haben (Fig. 5c). In den Askoidien-Kulturen trifft man deshalb häufig frei umherschwimmende, meist vergrößerte und halbmondförmige, öfters aus 2 bis 4 Teilstücken bestehende Nuklei (vergl. Figur 5e).

Wallengren hat es leider unterlassen, über die Vermehrungsweise der betr. Makrogonidie nach vollendeter Konjugation Aufklärung zu geben. Dies wäre besonders deshalb sehr wünschenswert gewesen, weil die Anschauungen der Zoologen über gewisse Konjugationsvorgänge bei den Ciliaten sehr variieren. In dem Lehrbuche von Claus findet sich z. B. Seite 237 die Angabe, dass man besonders bei festsitzenden Infusorien einen eigenartigen Vorgang der Fortpflanzung beobachtet, welcher als Knospung dargestellt wird. Die Knospe soll sich als Höcker erheben, nachdem Teilstücke des Großkerns und Ersatzkerns oder Nebenkerns in ihr Endoplasma eingetreten sind. Der betreffende Vorgang wird bei *Vorticella mikrostoma* a. a. O. durch Abbildungen erläutert u. s. w. — Eine besondere Bedeutung wird von fachkundigen Autoren gewöhnlich dem Nukleolus bei der Fortpflanzung der Ciliaten zugeschrieben; während der Syzygie soll der Nebenkern nämlich sich mehrfach teilen und dabei zwei Kernspindeln erzeugen — eine weibliche und eine männliche — die gegenseitig ausgetauscht werden. — Bei den Askoidien trifft aber diese Erklärung für den Fortpflanzungsvorgang nicht zu, da sie einen Mikronukleus gar nicht besitzen. — Aus den hier mitgeteilten Beobachtungen erhellt übrigens, dass die Fortpflanzung dieser spezifischen Mikrobien nicht immer auf gleiche Weise erfolgt, indem ihre Vermehrung durch Teilung sich zuweilen nur im Nukleus bemerkbar macht, welcher alsdann, wie bereits erwähnt, durch Brutteilung in Enkel und Urenkel zu zerfallen scheint. Vielleicht gelingt es durch eingehende Forschungen nach dieser eigenartigen Fortpflanzung eine Aufklärung über das bis jetzt rätselhaft gebliebene Wesen der in den Muskelfasern verschiedener Säugetiere nicht selten zur Beobachtung kommenden Psorospermienschläuche zu erlangen. Dass es mir schon mehrmals gelungen ist, aus den dem Schweinfleisch entnommenen Miescher'schen Schläuchen nach einigen Tagen lebende gut entwickelte Askoidien zu züchten, habe ich schon früher im Biolog. Centralblatt und in anderen Zeitschriften mitgeteilt. Auffallend ist es gewiss, dass der Befund von zahlreichen entwicklungsfähigen Sporidien im Endoplasma der Askoidien nur zeitweise beobachtet wird. Bei den im Laufe des Jahres 1898 aus dem Regenwasser gezüchteten stiellosen Vorticellen war dies nur 2 Mal

Digitized by Google

gegen Ende Juli und im Monat Dezember der Fall; beidemal kamen die aus der Mutterzelle ins Freie gelangten Sporidien rasch zur Entwicklung. Vom Standpunkte der Hygiene dürfte es sich demnach der Mühe lohnen, das Regenwasser an verschiedenen Orten von Fall zu Fall auf Protozoënkeime zu untersuchen, die biologischen Merkmale der ins Leben zurückgeführten Mikrozoën durch Kulturversuche zu prüfen und die Ergebnisse dieser Kulturen mit den zur Zeit am Orte herrschenden Krankheiten zu vergleichen. [40]

J. Kollmann, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.

Mit 386 Abbildungen im Text. Gr. 8. XII u. 658 Seiten.
Jena, Gustav Fischer, 1898.

Neben dem bekannten, nunmehr in fünfter Auflage vorliegenden Lehrbuche der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere von Hertwig sucht dieses neue, in demselben Verlage erschienene Lehrbuch seine Berechtigung zunächst darin, dass es den Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt und die vergleichend-anatomischen oder vergleichend-embryologischen Angaben nur heranzieht, um der Aufklärung seines Entwicklungsganges zu dienen. Nach einer kurzen Einleitung (16 Stn.) wird zuerst die „Vorentwicklung" abgehandelt, d. h. das Ei, seine Reifung und Befruchtung, dann die „Keimesgeschichte", die Furchung, die Keimblase, der Primitivstreif, die Chorda, das mittlere Keimblatt, die Urwirbel und ihre Derivate, die Grenzen des Fruchthofes und der Randwulst. Dann folgen die Eihüllen und die Entwicklung der Körperform, schließlich die Entwicklung der Systeme und Organe nach der in der menschlichen und vergleichenden Anatomie üblichen Anordnung. In den sehr schönen, vorzüglich gedruckten Abbildungen wurden hauptsächlich Reproduktionen der plastischen Formen durch Kombinationen der Schnittzeichnungen wiedergegeben. Sie verdienen ein besonderes Lob, sie sind, wie Verf. mit Recht sagt, lehrreicher als ganze Serien von einzelnen Schnitten, welche nur Fragmente der Organe zeigen und selbst gewiegte Kenner in Verlegenheit setzen. Durch jene kombinierten Abbildungen genau mit Hilfe des Prismas entworfener Skizzen aufeinander folgender Schnitte entstehen aber getreue Abbildungen der wirklichen Formen. Durch sorgfältige Ausnützung des ja immerhin nur spärlich vorhandenen Materials der menschlichen Embryologie ist dieselbe vielfach besser bekannt als diejenige vieler andrer Tiere, deren Material reichlicher ist. Deshalb wirft nicht selten die menschliche Embryologie helles Licht auf allgemeine embryologische Fragen. Das neue Lehrbuch wird deshalb nicht bloß denen, die sich für die spezielle Entwicklungsgeschichte des Menschen interessieren, ein zuverlässiger Führer sein. [69]

P.

Digitized by Google

A. B. Lee (Nyon) und Paul Mayer (Neapel), Grundzüge der mikroskopischen Technik für Zoologen und Anatomen.

8. IX u. 470 Seiten. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 1898.

Das Buch ist in Wahrheit eine von Herrn Mayer besorgte Neubearbeitung von Lee's Microtomist's Vade-Mecum, welches schon in vier Auflagen englisch und in zwei Auflagen (unter Mitwirkung von Henneguy) französisch erschienen ist. Dass ein so bewährter Kenner wie Paul Mayer aus dem ihm dargebotenen Material das Beste ausgewählt und durch den Schatz seiner reichen Erfahrungen vermehrt hat, giebt dem Buch einen besonders hervorragenden Wert.

Die ersten 9 Kapitel behandeln die Vorbehandlung, das Töten und Betäuben der Tiere, das Fixieren und Härten, das Einbetten, Schneiden, Aufkleben der Schnitte; dann folgen die Färbemethoden mit den verschiedenen Färbemitteln in abermals 9 Kapiteln. Kapitel 19—23 besprechen das Einschließen, die Kitte und Firnisse, das Injizieren, das Maçerieren und Verdauen, das Korrodieren, Entkalken, Entkieseln und Bleichen. Kap. 24—31 handeln von den embryologischen Untersuchungsmethoden, von der Untersuchung der Zelle, der Haut, der Muskeln und der Nervenenden in diesen und in den Sehnen, der Nerven und Nervenzellen und einiger andrer Gewebe (Bindegewebe, Zähne, Knochen und Knorpel, Blut, Drüsen). In Kap. 31 werden besondere Untersuchungsmethoden für niedere Tiere besprochen (Tunikaten, Bryozoen und Brachiopoden, Mollusken, Arthropoden, Würmer, Echinodermen, Cölenteraten, Poriferen, Protozoen). Ein sehr sorgfältig gearbeitetes Register erleichtert die Benutzung des Buches, für welches gewiss alle Arbeiter auf zoologischen, anatomischen und verwandten Gebieten den Verfassern zu großem Dank verpflichtet sein werden.

P. [70]

Berichtigungen.

In Nr. 12 sind in dem Aufsatze des Herrn Hunger leider einige Druckfehler stehen geblieben, welche wir nachträglich berichtigen:

S. 386 Anm. 5	statt	Schleimhaut	lies Schleimbildung.
„ 387 Zeile 16 v. o.	„	Gallertkapseln	„ Gallertkappen.
„ 387 „ 20 v. o.	„	Gallertklappen	„ „
„ 387 Anm. 1	„	Annosporenbildung	„ Auxosporenbildung.
„ 388 Zeile 7 v. u.	„	Endogen	„ Enzym.
„ 388 Anm. 2	„	Woulist	„ Douliot.
„ 390 Zeile 8 v. o.	„	Marchadiales und Impermaniales	lies Marchantiales und Jungermaniales.
„ 390 Z. 21 u. 22 v. o.	„	Impermaniales	lies Jungermaniales.
„ 390 Zeile 5 v. u.	„	Schlingpapillen	„ Schleimpapillen.
„ 392 „ 16 v. u.	„	*Rumea*	„ *Rumex.*
„ 392 „ 6 v. u.	hinter	*cassubicus*	fehlt ein Komma.
„ 392 „ 6 v. u.	statt	*sylvestris*	lies *silvestris.*
„ 392 „ 5 v. u.	„	*Anthrantus*	„ *Centranthus.*
„ 393 „ 13 v. o.	„	*Rumea*	„ *Rumex.*

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Juli 1899.** **Nr. 14.**

Inhalt: **Keller**, Die Novemberflora des Jahres 1898. — **Möbius**, Die neuesten Untersuchungen über Antherozoidien und den Befruchtungsprozess bei Blütenpflanzen. — **Zumstein**, Kleine Mitteilungen über *Polytoma uvella* Ehbg. — **Reinhard**, Zur Frage über die Bedeutung des Periblastes in der Entwicklung der Knochenfische. — **vom Rath**, Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen? — **Höber**, Ueber einige Beziehungen zwischen den Geschmacksqualitäten und dem physikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe. — **Wiedersheim**, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere.

Die Novemberflora des Jahres 1898.

Von Dr. **Robert Keller.**

Die außerordentlich milden Witterungsverhältnisse[1]) des vergangenen Herbstes spiegelten sich in der Pflanzenwelt in mannigfacher Art wieder.

	Allgemeines Monatsmittel	Diesjähriges Monatsmittel	I. Decade	II. Decade	III. Decade	Maximum der ganzen Periode	Minimum der ganzen Periode
September .	13,9°	15,1°	17°	11,7°	11,6°	30°	1,6°
Oktober . .	8°	11,1°	13,5°	9,4°	10,5°		
November . .	2,8°	5,8°	8,4°				

Bewölkung.

	Allgemeines Mittel	Diesjähriges Mittel	Helle Tage: Mittel	Helle Tage: Diesjährig	Mittelhell: Mittel	Mittelhell: Diesjährig	Trüb: Mittel	Trüb: Diesjährig
September .	4,6 zehntel	2,73	9	17	15	9	6	4
Oktober . .	6,3 zehntel	7,93	3	—	16	13	12	18
November I. Decade				1		2		7

1) Den freundlichen Mitteilungen meines Kollegen Herrn Krebs verdanke ich die nachfolgenden Angaben über unsere Herbstwitterung.

Digitized by Google

In Wiesen, auf Brachfeldern und Aeckern, auf gerodeten Waldstellen konnte man vielerorts von einem eigentlichen Blumenschmuck reden. Nicht vereinzelt nur war die und jene Art im blühenden Zustande erhalten. Zu dutzenden, zu hunderten durchwirkte der Blumen bunte Farbenpracht das saftige Grün der Wiesen, schmückte sie die braunrote Ackererde, die noch kein Frost zu ungefügen Knollen verband.

Nicht weniger aber als durch ihre Individuenfülle überraschte die Novemberflora durch ihren Artenreichtum. Wir beobachteten 196 verschiedene Species im blühenden Zustande, d. h. nahezu einen Fünftel unserer sämtlichen Blütenpflanzen.

Besonderes Interesse aber kann ein Rückblick auf diese vielgestaltige Novemberflora dadurch beanspruchen, dass unter den abnormen klimatischen Witterungsverhältnissen mancherlei Verschiebungen in den gewohnten Vegetationsweisen vieler Arten auftraten, die oft mit einer Veränderung ihrer Lebensdauer verknüpft waren.

Nach den verschiedenen Stufen der Lebensdauer und der Vegetationsweise können wir die Blütenpflanzen in folgenden Gruppen einteilen[1]).

1. Einmal fruchtende oder monokarpische Pflanzen. Sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie, nachdem sie die Früchte gereift haben, absterben. Diese Gruppe wird im allgemeinen durch kurzlebige Pflanzen gebildet. Bisweilen zählt ihre Lebensdauer nur nach Wochen. In kurzen Intervallen folgen sich, nachdem der Same aufgegangen, Blüte und Fruchtbildung. Die gereiften Samen können sich im gleichen Vegetationsjahre zu einer zweiten, selbst dritten Generation entwickeln.

Häufiger beobachten wir indessen, dass die Lebensdauer der monokarpischen Pflanzen einige Monate umfasst. Die Samen dieser Arten keimen nicht sofort. Zwischen ihrer Aussaat und der Entwicklung liegt eine längere Ruhezeit. Bald erstreckt sie sich über den ganzen Winter, bald auch nur bis zum Herbst, indem die Samen gegen Ende der Vegetationszeit den Keimling entwickeln, der nunmehr überwintert. Alle diese Pflanzen pflegt man als einjährige zu bezeichnen.

Die Lebensdauer einmal fruchtender Pflanzen kann sich aber auch über zwei Vegetationsjahre erstrecken. Die Samen entwickeln in einem Jahr einen mehr oder weniger kräftigen zur Ueberwinterung geeigneten vegetativen Körper, z. B. einen kurzen Stengel mit grundständigen Blättern, der alsdann im folgenden Jahre zur blühenden und fruchtenden Pflanze wird. Dies sind die zweijährigen Pflanzen.

Endlich beobachten wir, dass gewisse monokarpische Pflanzen mehrere, selbst viele Jahre zu ihrer Entwicklung bedürfen, bevor sie ihre Kraft zur einmaligen Blütenentfaltung befähigt. Es sind dies die langlebigen monokarpischen Pflanzen.

2. Vielfruchtende oder polykarpische Pflanzen. Sie schließen ihre Lebensdauer nicht nach der ersten Fruchtreife ab. Diese wiederholt sich vielmehr in mehreren oder vielen aufeinanderfolgenden Jahren.

Pflanzen verschiedenster Vegetationsweisen bildeten die November-

1) Vergl. Hildebrand, Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursache und ihre Entwicklung in: Engler, Bot. Jahrbücher, 1882.
Derselbe, Einige Beobachtungen über den Witterungseinfluss auf die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen in: Engler, Bot. Jahrb., 1883.

Digitized by Google

flora[1]). 45 % derselben wurden durch einmal fruchtende, 55 % durch vielfruchtende Arten gebildet.

1. Einjährige Pflanzen.

a) Innerhalb eines Vegetationsjahres folgen sich mehrere Generationen.

Da die Samen, ohne ein Ruhestadium durchzumachen, zu jeder Jahreszeit aufgehen, sofern nur die Witterungsverhältnisse günstige sind, werden diese Arten fast stete Bestandteile der Spätherbstflora sein. Normaler Weise wird sie, sofern nicht frühеintretende Fröste der Samen Keimkraft lähmen aus folgenden auch in der vergangenen Novemberflora beobachteten Arten bestehen:

Capsella bursa pastoris.
Stellaria media..
Cerastium triviale.
Medicago Lupulina.
Senecio vulgaris.
Veronica hederaefolia.
„ *polita.*
Lamium amplexicaule.
„ *purpureum.*

Es sind das diejenigen Pflanzen unserer heimischen Flora, die Jahr um Jahr ihre Blütezeit über eine ganze Reihe von Monaten erstrecken.

b) Innerhalb eines Vegetationsjahres entwickelt sich normaler Weise nur eine Generation.

Diese Gruppe war in der Novemberflora durch folgende Arten vertreten[2]).

Papaver Rhoeas	VI.	*Senecio silvaticus*	VI.
Fumaria officinalis	V.	„ *Jacobaea*	VII.
Sinapsis arvensis	V.	*Sonchus oleraceus*	VI.
Thluspi arvense	V.	„ *asper*	VI.
Iberis amara	V.	*Campanula Rapunculus*	V.
Raphanistrum Lampsana	VI.	*Gentiana germanica*	VIII.
Viola tricolor	VI.	„ *ciliata*	VIII.
Vaccaria parviflora	VI.	*Solanum nigrum*	VI.
Linum catharticum	VI.	*Lithospermum arvense*	IV. V.
Geranium Robertianum	V.	*Borago officinalis*	VII.
„ *columbinum*	VI.	*Linaria minor*	VI.
„ *pusillum*	V.	„ *Cymbalaria*	VII.
„ *rotundifolium*	VI.	„ *elatine*	VII.
Erodium cicutarium	IV.	„ *spuria*	VII.
Vicia sativa	V.	*Euphrasia officinalis*	VI.
Aethusa cynapium	VI.	*Calamintha Acnios*	VI.
Angelica silvestris	VII.	*Satureja hortensis*	VII.
Sherardia arvensis	V,	*Galeopsis Tetrahit*	VII.
Galium Aparine	VI.	*Stachys annua*	VII.
Stenactis annua	VII. VIII.	*Anagallis arvensis*	VI.
Erigeron canadense	VII.	*Polygonum aviculare*	VI.
Matricaria chamomilla	V.	„ *Persicaria*	VII.
Anthemis Cotula	V. VI.	*Euphorbia Peplus*	VI.
„ *arvensis*	V.	„ *exigua*	V.
Cirsium lanceolatum	VI.	*Lolium italicum*	VI.
Lampsana communis	IX.		

1) Die im Nachfolgenden erwähnten Pflanzenarten der Novemberflora beobachtete ich auf 3 Spaziergängen um Winterthur, die Mitte November nach Mörsburg, Kyburg und Ellikon am Rhein ausgeführt wurden.

2) Die römische Zahl hinter dem Artnamen bedeutet den Monat der normalen Blütezeit.

Digitized by Google

Die Dauer der Ruhezeit der Samen ist nun zweifellos zunächst von „innern" Ursachen abhängig, die ihrerseits selbst wohl die Folge der Anpassung an spezielle klimatische, also äußere Lebensbedingungen sind, die durch Vererbung fixiert wurde. Dass thermischen Einflüssen eine bestimmte Bedeutung zukommen muss, scheinen unsere Beobachtungen darzuthun. Die milde Herbstwitterung des vergangenen Jahres führte dadurch eine Verschiebung der Vegetationsweise des frühblühenden einjährigen herbei, dass sie die Dauer der Ruhe der Samen kürzte, dass sie der Frühlings- oder Frühsommergeneration eine zweite, die Herbstgeneration, folgen ließ. Die Arten, deren normale Blütezeit in die Monate April oder Mai oder Juni fällt, stellen als Glieder der Novemberflora zweifellos die II. Generation der betreffenden Arten dar. Die Wärmesumme, welche die normal im Juli, August oder September blühenden Arten zur Entwicklung der Blüten bedürfen, ist dagegen eine so große, dass es für den größeren Teil dieser Arten wenig wahrscheinlich ist, dass auch sie eine II. blühende Generation darstellten.

Die milde Witterung beeinflusste vielmehr die Vegetationsweise dieser Species in der Form, dass die Zahl der Sprossfolgen vermehrt wurde. Die Waldbrustwurz (*Angelica silvestris*), das kanadische Berufkraut (*Erigeron canadense*), der Rainkohl (*Lampsana communis*), das Jakobskreuzkraut (*Senecio Jacobaea*), das hängende Leinkraut der Mauern (*Linaria cymbalaria*) u. a. sind die typischen Beispiele dieser Wirkungsweise der milden Witterung des vergangenen Herbstes.

Wenn in den Florenwerken ein bestimmter Monat als Blütezeit einer Pflanze angegeben wird, so hat das natürlich nicht den Sinn, dass kein einziges Exemplar der betreffenden Art unter den normalen klimatischen Verhältnissen zu anderer Zeit blühen könnte. Jedermann weiß, dass Jahr um Jahr verspätete Individuen zu beobachten sind, deren Blüten sich oftmals erst entfalten, wenn andere Individuen der Art die Fruchtreife erreicht haben. Liegt der Samen tiefer im Boden, dann wird notwendiger Weise eine gewisse Verzögerung in der Entwicklung der oberirdischen Teile eintreten müssen. Wenn die für den Keimungsprozess nötige Feuchtigkeit nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist, wird ebenfalls des Samens Ruhezeit um ein gewisses verlängert werden. Durch beide Umstände aber wird die Blütezeit mehr oder weniger, gelegentlich um einige Wochen hinausgeschoben. Ist die Art eine an sich spätblühende, wie z. B. die beiden Enzianarten *G. ciliata* und *G. campestris*, so mag dann wohl in normalen Jahren der frühe Oktoberfrost hemmend in die Entwickluug eingreifen, und kaum zum Leben erwacht werden die Spätlinge von der rauhen Hand des totbringenden Winters erfasst. Im vergangenen Herbst aber war auch diesen Spätlingen unter der Herrschaft einer milden Licht- und Wärmespenderin zu leben vergönnt.

c) Wenn wir im Spätherbst z. B. die Vegetation eines Brachfeldes betrachten, fällt uns auf, dass zahlreiche Samen einjähriger Pflanzen aufgegangen sind, die nunmehr den Winter als Keimpflanzen überdauern. Im kommenden Vegetationsjahre entfalten sie, nachdem die Keimlinge zur kräftigen Pflanze geworden, ihre Blüten, reifen die Früchte. Dass unter den besonders günstigen Witterungsverhältnissen des vergangenen Jahres viele dieser Arten eine derartige Verschiebung ihrer Vegetationsweise erfuhren, dass sie in milder Herbstzeit als II. Generation wenigstens bis

Digitized by Google

zur Blütenbildung sich zu entwickeln vermochten, hat nichts überraschendes. Von diesen normal im Keimzustand überwinternden Arten zu den zweijährigen Pflanzen ist nur ein kleiner Schritt.

2. Zweijährige Pflanzen. Diese unterscheiden sich von den einjährigen Arten der Gruppe c im Grunde nur darin, dass sie als kräftiger entwickelte Pflanzen überwintern. In einer Vegetationsperiode gehen sie, wie schon erwähnt, auf, so dass sie eine mehr oder weniger große Zahl von Blättern erzeugen, „und durch diese sich so kräftigen, dass sie einesteils in ihren Stämmen stark genug sind um den Winter überstehen zu können, andernteils Kräfte gesammelt haben, um in der nächsten Sommerperiode bald zu einer starken Pflanze auswachsen zu können". Der Unterschied zwischen den zweijährigen und den überwinternden einjährigen Pflanzen ist also nicht ein qualitativer, sondern ein rein quantitativer, durch die Sprossstärke bedingter.

Dass daher abnorme Witterungsverhältnisse auch hier sehr einschneidend eingreifen können, Einjährige in Zweijährige, umgekehrt auch Zweijährige in Einjährige zu verwandeln vermögen, liegt auf der Hand.

Die nachfolgende Liste enthält die normal zweijährigen Pflanzen, die ich als Glieder der vergangenen Novemberflora beobachtete.

Brassica Rapa.
„ *Napus.*
Reseda lutea.
Dianthus Armeria.
Cerastium triviale.
Melilotus alba.
„ *arvensis.*
„ *altissima.*
Daucus Carota.
Scabiosa Columbaria.
Gnaphalium silaticum.
Cirsium palustre.
Carduus nutans.
Centaurea Cyanus.
Picris hieracioides.
Tragopogon orientalis.
Crepis biennis.
Campanula patula.
Erythraea centaurium.
„ *pulchella.*
Anchusa arvensis.
Myosotis intermedia.
Echium vulgare.
Verbascum Lychnitis.
„ *Thapsus.*

Unter den besonderen Witterungsverhältnissen ist nun ein Teil dieser zweijährigen Pflanzen im Begriff gewesen, zu einjährigen zu werden. So lange dauerte die Vegetationszeit, dass die aus den Samen der Sommeraussaat aufgegangenen Individuen nicht nur einige Blätter zu entwickeln vermochten und einen den Winter überdauernden kräftigen Spross. Die Sprossbildung schritt vielmehr bis zur Bildung der Blütensprosse, die Entwicklung ging bis zur Entfaltung der Blüten. An den sommerlichen Spätherbsttagen wurden diese vorzeitigen Blüten selbst von den rastlosen Bienen bestäubt. Ein Teil des blühenden Honigklees, der Mohrrüben, der Pastinacken, der Kornblumen, der nickenden Distel, der Pippau, des Tausendguldenkrautes zählte hierher.

Besonders lehrreich war in dieser Beziehung die Kornblume (*Centaurea Cyanus*), die unterhalb Andelfingen zu hundert im schönsten Blütenschmucke prangte. Nicht minder groß als die Zahl der blühenden Köpfchen war die Zahl der Knospen, die der Entfaltung harrte. Reichte bei den einen und anderen Arten die gespendete Wärmesumme noch aus um die befruchteten Samenanlagen zu entwickeln, dann vollzog sich an ihnen die Umwandlung in einjährige Pflanzen. Die unter den besonderen

Digitized by Google

Witterungseinflüssen erfolgte Verschiebung der Vegetationsverhältnisse führte zu einer Verkürzung der Lebensdauer. Sie konnten aber auch in ihrem Einfluss auf die Einjährigen der Gruppe c scheinbar zu einer Verlängerung der Lebensdauer führen, indem sie sie zu zweijährigen Pflanzen werden ließen.

Wir haben oben erwähnt, dass Einjährige, die normal in einer Vegetationsperiode nur eine Generation haben, zu Arten wurden, welche im gleichen Vegetationsjahre zwei Generationen erzeugten. Ging der Same der späterblühenden einjährigen Arten zum Teil auch noch auf, so vermochte doch oft genug diese II. Generation ihre Entwicklung nicht zu vollenden. In sehr verschiedenen ungewohnten Entwicklungszuständen war nun jener Teil der Einjährigen zu beobachten, der normal als Keimling zu überwintern pflegt. Vermag ein Teil der kräftigen Sprosse, die im Herbste noch entstanden, den Winter zu überdauern und im kommenden Frühling den Entwicklungszyklus zu vollenden, zu dessen Abschluss der Spätherbst nicht mehr die ausreichende Wärme bot, dann führten die abnormen Witterungsverhältnisse des vergangenen Jahres eine solche Verschiebung der Vegetationsverhältnisse herbei, dass die Descendenz einer einjährigen zu einer zweijährigen Pflanze wurde. Die Verlängerung der Lebensdauer war in diesem Falle die Wirkung der erhöhten Temperatur.

3. Vielmalfruchtende oder polykarpische Pflanzen. Während die im Vorangehenden genannten Pflanzen ihr Leben nach der ersten Fruchtbildung abschließen, sind, wie oben erwähnt, die polykarpischen Pflanzen dadurch ausgezeichnet, dass sie durch einmaliges Fruchten nicht erschöpft werden. Die nachfolgende Liste enthält die von mir im vergangenen November beobachteten blühenden polykarpischen Pflanzen.

Anemone Pulsatilla.
Ranunculus flammula.
„ *repens.*
„ *acris.*
„ *bulbosus.*
Caltha palustris.
Nasturtium officinale.
Cardamine pratensis.
Helianthemum vulgare.
Polygala Chamaebuxus.
„ *amarella.*
„ *comosa.*
Silene inflata.
Melandrium noctiflorum.
Lychnis flos cuculi.
Gypsophila repens.
Malva neglecta.
Hypericum perforatum.
Ononis procurrens.
Anthyllis Vulnesaria.
Trifolium pratense.
„ *repens.*
„ *hybridum*
Trifolium montanum.
„ *campestre.*
„ *minus.*
Lotus corniculatus.
Hippocrepis comosa.
Coronilla varia.
Vicia sepium.
Lathyrus pratensis.
Spiraea Ulmaria.
Geum rivale.
„ *urbanum.*
Rubus caesius.
„ *bifrons.*
„ *thyrsanthus.*
„ *vestitus.*
„ *Radula.*
Fragaria vesca.
Potentilla fragariastrum.
„ *Tormentilla.*
„ *reptans.*
„ *glandulifera.*
„ *argentea.*
„ *opaca.*
Alchemilla vulgaris.
Sanguisorba dictyocarpa.
Aegopodium Podagraria.
Silaus pratensis.
Heracleum sphondylium.
Anthriscus silvestris.
Pimpinella Saxifraga.
„ *magna.*
Cornus sanguina.
Viburnum lantana.
Asperula cynanchica.
Galium verum.
„ *boreale.*
„ *mollugo.*
„ *silvaticum.*
Knautia silvatica.
„ *arvensis.*
Succisa pratensis.
Aster Amellus.
Bellis perennis.
Solidago Virgaurea.
Buphthalmum salicifolium
Achillea millefolium.

Digitized by Google

Leucanthemum vulgare.
Cirsium arvense.
„ *oleraceum.*
Centaurea Jacea.
„ *scabiosa.*
Cichorium Intybus.
Leontodon autumnale.
Hypochaeris radiata.
Taraxacum officinale.
„ *palustre.*
Prenanthes purpurea.
Phoenixopus muralis.
Hieracium Pilosella.
„ *Auricula.*
„ *murorum.*
Hieracium vulgatum.
„ *boreale.*
Campanula rotundifolia.
„ *Trachelium.*
„ *latifolia.*
Calluna vulgaris.
Vinca minor.
Myosotis palustris.
Symphytum officinale.
Veronica spicata.
Salvia pratensis.
Origanum vulgare.
Thymus chamaedrys.
Clinopodium vulgare.
Lamium maculatum.
Stachys recta.
Brunella vulgaris.
„ *grandiflora.*
Primula elatior.
Plantago lanceolata.
Rumex obtusifolius.
Allium schoenoprasum.
Colchicum autumnale.
Tofieldia calyculata.
Scirpus caespitosus.
Glyceria plicata.
Dactylis glomerata.
Lolium perenne.

Auch bei diesen Pflanzen äußerten sich die besonderen Witterungsverhältnisse in einem die Vegetationsverhältnisse abändernden Einfluss. Die nachfolgenden Beispiele sind die Typen der verschiedenen Abänderungen.

Die Blütezeit der Herbstzeitlose *(Colchicum autumnale)* ist bei uns normal im September. Nicht zu selten beobachtet man indessen, dass vereinzelte Individuen im Frühling blühen. Wenn die Zwiebelknollen der Pflanze besonders tief liegen, dann kann in normalen Jahren die niedere Herbsttemperatur die Entwicklung der Blütenanlage so verzögern, dass die Blüten im Boden überwintern, dass erst des Frühlings lebenspendende Wärme sie ans Licht bringt. Wenn aber des Winters Gewalt ohnmächtig ist gegenüber dem bis in den Spätherbst hinein andauernden sommerlichen Wetter, dann werden auch diese Nachkömmlinge ihre Blüten entfalten und zu Gliedern der Novemberflora werden. —

Bei den meisten unserer einheimischen polykarpen Pflanzen beobachten wir gewöhnlich während einer Vegetationsperiode nur ein einmaliges Blühen. Meistens sehen wir, dass die unterirdischen den Winter überdauernden Stengel, die Zwiebeln, die Knollen, die Grundaxen, einen die Blüten entwickelnden oberirdischen Spross erzeugen, der nach der Fruchtbildung abstirbt. Bei anderen polykarpen Arten dagegen wird die Anpassung an die Lebensbedingungen des Winters durch Verholzen der nicht im Boden verborgenen Stengel erreicht.

Eine Wirkung der hohen Temperatur des vergangenen Herbstes bestand nun darin, dass an einem Teil unserer polykarpen Arten zum Sommerblühen eine Herbstblütezeit hinzutrat. In Bezug auf die Lebensdauer und die Entwicklungsweise spielen sich da ähnliche Vorgänge an den einzelnen Sprossen ab, wie wir sie im Vorangehenden bei den Einjährigen an der ganzen Pflanze kennen lernten. „Da giebt es Sprosse, welche monokarpisch sind und dabei entweder im ersten Jahre mit der Fruchtbildung ihr Leben beschließen oder die erst ein oder eine Reihe von Jahren sich kräftigen und dann zum Fruchten und Absterben schreiten, während andere Sprosse sich polykarpisch verhalten, d. h. wenn sie einmal zum Blühen und Fruchten gekommen sind, sterben sie nicht ab, sondern ihr Gipfeltrieb wächst weiter, während in der Vegetationsperiode blühende und fruchtende Seitensprosse treiben".

Digitized by Google

Die verschiedenen Brombeeren, die ich blühen sah — sie trugen neben reifen, halbreife Früchte und Blüten zugleich — sind besonders lehrreiche Beispiele der abändernden Wirkung der abnormen Witterungsverhältnisse auf die Vegetationsweise der polykarpen Pflanzen. Eine Brombeerstaude erzeugt bekanntlich unter normalen Verhältnissen einen sterilen Schössling, der überwintert, um im zweiten Jahre erst blütentreibende Sprosse zu entwickeln. Die Herbstblüten unserer Brombeeren wurden nun auf doppeltem Wege entwickelt. Bei einem Teil wurde das Ende des normal blütenlosen Schösslings zu einem Blütenspross, der oft zu schönster Pracht eine reichblütige Rispe entfaltete. Häufiger aber kam die Herbstblüte dadurch zu Stande, dass der ältere die Blütenaxen treibende Spross unter den günstigen Witterungsverhältnissen seine Vegetationskraft nicht so schnell erschöpfte, wie in anderen Jahren, vielmehr die Entwicklung von Trieben 2. Ordnung, die mit einem Blütenstand abschlossen, über die Zeit hinaus fortsetzte, in welcher sonst seine Lebenskraft dem Reifen der Früchte und der Entwicklung des zur Ueberwinterung bestimmten Schösslings gewidmet ist.

Die gleiche Ursache, Verzögerung der Erschöpfung der Vegetationskraft, ist wohl in den meisten Fällen, die Ursache des herbstlichen Blühens der beobachteten polykarpischen Pflanzen gewesen. Sie führte auch dazu, dass die Sprosse, die unter normalen Verhältnissen steril bleiben, wie die Blattsprosse von *Viburnum lantana*, *Cornus sanguinea* etc. sich an ihrem Gipfel in einen Blütenspross verwandelten, zur reichblütigen Trugdolde wurden.

Bei einigen Arten aber scheint die Wirkungen der abnormen Witterungsverhältnisse darin bestanden zu haben, dass ein unter normalen Verhältnissen nicht im ersten Jahre blühender und fruchtender Polycarpier zum Frühblüher wurde.

Mehrfach beobachtete ich namentlich an *Succisa pratensis* neben den durch fortgesetzte Sprossentwicklung im Blühen erhaltenen Individuen auch solche die eine mit einem einzigen Körbchen abschließende Blütenstandaxe erzeugt hatten. Führte diese abnorm schnelle Blütenbildung zur Erschöpfung der Pflanze, dann kann die langlebige Art zur kurzlebigen, der Polycarpier zum Monocarpier, die ausdauernde zur einjährigen Pflanze werden.

Gleich wie an arktischen und alpinen perennierenden Pflanzen meist nicht bloß die vegetativen Teile überwintern, sondern auch die Blüten, welche während des Sommers soweit zur Anlage kommen, dass sie kaum von der winterlichen Schneehülle befreit den jungen Lenz mit ihrer Farbenpracht schmücken, so kann auch an frühblühenden Arten unserer Flora die Entwicklung so weit gehen, dass im Herbst die stark verkürzten Blütenaxen mit den kleinen Knospen der Erde kaum entrückt im Schoße der vegetativen Teile wohl geborgen überwintern. Abnorm lange Dauer der warmen Witterung lockte diese verborgenen Knospen im Spätherbst zu vorzeitiger Blüte hervor, ließ sie aus Frühlingskindern zu frühgeborenen Herbstblumen werden. Diese Vorgänge ließen die dunkelviolette Glocke der Küchenschelle im November blühen, ließen die Blüten des erdbeerähnlichen Fingerkrautes sich öffnen, streuten die blauen Blütenteller des Immergrüns in das dunkle Laub, entfalteten das Frühlingswahrzeichen, die Schlüsselblume, im späten Herbst.

Digitized by Google

Wenn eine sorgfältige Vergleichung der mannigfachen Vegetationsweisen der Pflanze, wie sie sich unter normalen Verhältnissen abspielen, lehrt, „dass keine der Erscheinungen unvermittelt neben der anderen steht, sondern dass sich hier Uebergangsstufen der verschiedensten Art und des verschiedensten Grades finden", lässt der umgestaltende Einfluss des verflossenen milden Herbstes uns einen Einblick in das Werden dieser Mannigfaltigkeit der Lebensdauer und der Vegetationsweise der Pflanzen thun. Wir sehen in ihnen die Wirkung äußerer, vor allem thermischer Einflüsse, deren Abänderung zur Umformung selbst scheinbar festgefügter Lebensverhältnisse führt. [30]

Die neuesten Untersuchungen über Antherozoidien und den Befruchtungsprozess bei Blütenpflanzen.

Von **M. Möbius** in Frankfurt a. M.

Der erste, der mit Sicherheit nachgewiesen hat, dass die Staubgefäße die männlichen Geschlechtsorgane der Blütenpflanzen sind und dass die Uebertragung des Pollenstaubes auf die Narbe des Griffels zum Befruchtungsprozess gehört, ist R. J. Camerarius gewesen[1]). „Es erscheint also billig", sagt er, „diesen Staubbeuteln einen edleren Namen und die Funktion der männlichen Geschlechtsteile beizulegen". An einer anderen Stelle sagt er auch: „es wäre doch sehr zu wünschen, dass wir von denen, die durch ihre optischen Instrumente mehr als Luchsaugen haben, erführen, was die Körnchen der Staubbeutel enthalten, wieweit sie in den weiblichen Apparat eindringen, ob sie unversehrt bis zu dem Ort kommen, wo der Samen empfangen wird, und was, wenn sie platzen, aus ihnen austritt". Als später diese von Camerarius gewünschten Beobachtungen angestellt wurden, kam man zunächst zu dem Resultat, dass „der Pollen auf der Narbe zerspringe, die darin enthaltenen Körnchen aber durch den Griffel hinab zu den Samenknospen drängen, um dort entweder selbst zu Embryonen ausgebrütet zu werden, oder doch zu dem Erzeugungsgeschäfte behilflich zu sein"[2]). Die Bildung eines Pollenschlauches aus dem platzenden oder, besser gesagt, keimenden Pollenkorn hat zuerst Amici beobachtet, der dann weiterhin auch feststellte, dass die „Pollenröhren" sich bis in das Ovarium verlängern und dass je eine in ein Ei (Samenknospe) eindringe und auf diese Weise zum Kerne desselben gelange[3]). Es wurde auch genau die Entstehung des Eies in diesem Kerne der Samenknospe untersucht, wie aber die Befruchtung des Eies durch den Pollenschlauch geschehe, das blieb noch bis zum Anfang der

1) Ueber das Geschlecht der Pflanzen. Tübingen 1694. Neue Ausgabe in Ostwald's Klassikern, 1899, conf. S. 25 und 30.

2) Sachs, Geschichte der Botanik, S. 466.

3) G. Amici, Nekrolog von Mohl in der botanischen Zeitg., 1863, Nr. 34, Beilage S. 7.

Digitized by Google

achtziger Jahre dunkel, denn trotzdem man wohl vermutete, dass ein organisiertes Gebilde aus dem letzteren in das Ei überträte, um die Befruchtung zu vollziehen, wie bei den Farnen und Moosen das Antherozoid mit dem Ei verschmilzt, konnte man in der Membran des Pollenschlauches keine Oeffnung entdecken und musste man hier Diffusionsvorgänge und eine flüssige befruchtende Substanz annehmen. Den unermüdlichen Forschungen Strasburger's[1]) ist dann in erster Linie der Nachweis zu verdanken, dass wirklich Protoplasma und Zellkern aus dem verquellenden Ende des Pollenschlauches in das weibliche Organ übertritt. Dieser Autor beschreibt auch bereits, wie bei den Gymnospermen (besonders Coniferen) sowie Angiospermen der Spermakern mit dem Eikern verschmilzt. Dieses durch andere Arbeiten (Guignard u. a.) bestätigte Resultat brachte die gewünschte Uebereinstimmung für den Vorgang der Befruchtung sowohl in den verschiedenen Abteilungen des Pflanzenreiches untereinander als auch zwischen Pflanzen- und Tierreich, dass derselbe nämlich auf einer Verschmelzung zweier Kerne, deren einer dem männlichen, der andere dem weiblichen Gameten angehört, beruht, wie dies in einer früher vom Ref. in dieser Zeitschrift gegebenen Uebersicht dargelegt wurde (Bd. 16, 1896, S. 129). Bei vielen Algen, bei allen Moosen und Farnen tritt der männliche Gamet in Gestalt einer selbständig beweglichen Zelle, eines Antherozoids auf, für die Phanerogamen galt aber bis in die neueste Zeit die Regel, dass der männliche Gamet selbst unbeweglich sei und durch das Wachstum des Pollenschlauches dem zu befruchtenden Ei genähert werde: die danach gebildete Benennung zoidiogame (Moose und Farne) und siphonogame Embryophyten (Phanerogamen) hat sich allerdings glücklicherweise noch nicht eingebürgert. Und nun haben uns die letzten Jahre Entdeckungen gebracht, nach denen auch bei den „Siphonogamen" Vertreter der Zoidiogamie gefunden werden. Diese Entdeckungen sind so unerwartet und merkwürdig, dass es wohl gerechtfertigt ist, über sie noch etwas ausführlicher zu referieren, als es in dem äußerst interessanten Aufsatze von Belajeff in dieser Zeitschrift (Bd. 18, 1898, S. 209) schon geschehen ist. Bereits Hofmeister[2]) hatte übrigens schon vermutet, dass die generative Zelle im Pollenschlauch der Coniferen „Samenfäden erzeugen möge"; doch war es ihm nicht gelungen, „Thatsachen aufzufinden, welche diese Mutmaßung näher begründen könnten". „Die für Spermatozoidien gehaltenen Inhaltskörper des Pollens haben sich später zum Teile als unschuldige Stärkekörnchen und Oeltropfen zu erkennen gegeben", sagt Sachs in seiner schon citierten Geschichte der Botanik (S. 471). Zu erwarten war es ja eigentlich nicht, dass da, wo ein

1) Vergl. besonders: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Jena 1884.

2) Vergleichende Untersuchungen etc. Leipzig 1851. S. 132.

Digitized by Google

Pollenschlauch durch sein Wachstum dafür sorgt, dass der Kern des männlichen Gameten in unmittelbare Nähe des Eies gelangt, dieser männliche Gamet auch noch mit Eigenbewegung ausgestattet sei; wenn dies doch der Fall ist, so haben wir darin weniger eine biologische Eigentümlichkeit, als vielmehr eine höchst interessante phylogenetische Bedeutung zu sehen. Es sind nun auch wirklich diejenigen Phanerogamen, von denen man schon lange angenommen hat, dass sie den höheren Kryptogamen, den Pteridophyten oder Farnpflanzen am nächsten stehen, nämlich die Farnpalmen oder Cycadeen, bei denen noch echte Antherozoidien aus dem Pollenschlauch austreten; ebenso ist es bei *Ginkgo*, einer Gattung, welche die Coniferen mit den Cycadeen verbindet. Zuerst haben zwei japanische Botaniker Antherozoidien bei *Cycas* und *Ginkgo* nachgewiesen, durch sie angeregt hat Webber, ein amerikanischer Botaniker, dies bei *Zamia* gethan. Ich gehe zunächst auf Webber's[1]) Arbeiten ein, weil sie bereits 1897 ausführlicher erschienen sind, während die Japaner ihre genaueren Beschreibungen erst 1898 publiziert haben.

Zamia integrifolia ist, wie alle Cycadeen und *Ginkgo*, diöcisch, ihre weibliche Blüte erinnert in der Gestalt an eine Fruchtähre des Schachtelhalms, ist aber ca. 7 cm lang; an der Unterseite einer jeden der gestielten Schuppen sitzen zwei Samenknospen. Dieselben bestehen aus dem Knospenkern und einem großen, diesen umwallenden Integument, das an der, der Anheftungsstelle gegenüber liegenden Seite die Mundöffnung (Mikropyle) frei lässt. Unter der Mikropyle bildet der Knospenkern an seinem Scheitel durch Auflösung des Gewebes eine als Pollenkammer bezeichnete Höhlung und darunter liegen die Archegonien mit den Eiern, nicht frei im Gewebe des Knospenkerns, sondern in einer besonderen Zelle, dem Embryosack eingeschlossen, die sich außerordentlich vergrößert und dann mit einem Gewebe gefüllt hat, das dem Prothallium der Farne und nächst höheren Kryptogamen entspricht. Dies musste wohl zum besseren Verständnis vorausgeschickt werden und gilt dann im Wesentlichen, hinsichtlich des Baues der Samenknospe, auch für *Cycas* und *Ginkgo*.

Die männlichen Blüten von *Zamia integrifolia* sehen den weiblichen ähnlich, sind aber schlanker, bei ihnen finden sich auf der Unterseite der Schilder die Pollensäcke. Aus ihnen gelangt der Pollen beim Verstäuben zwischen die klaffenden Schilder der weiblichen Blüte hindurch auf die Mikropylen der Samenknospen. Hier ist ein Flüssigkeitstropfen ausgeschieden worden, bei dessen Verdunstung die Pollen-

1) 1. Peculiar structures occurring in the pollen tube of *Zamia* (Botanical Gazette, vol. XXIII, Nr. 6, 1897). 2. The development of the antherozoids of *Zamia* (l. c. vol. XXIV, Nr. 1, 1897). 3. Notes on the fecundation of *Zamia* and the pollen tube apparatus of *Ginkgo* (l. c. Nr. 4, 1897).

Digitized by Google

körner durch den Mikropylenkanal hindurch in die Pollenkammer gesaugt werden. Von da aus treiben sie nun ihre Schläuche in das Gewebe des Knospenkorns und befestigen sich dadurch so, dass der hintere Teil des Pollenkorns über den Archegonien liegt, wie dies Fig. I, *1* zeigt, bei der das Integument der Samenknospe nicht mit

Fig. I.

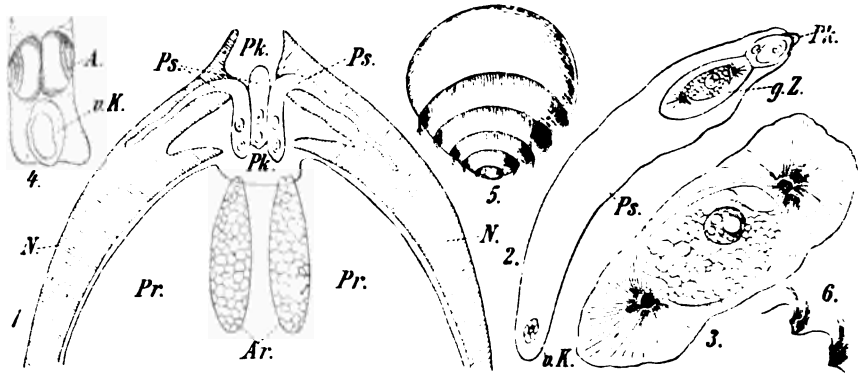


Fig. I. *Zamia integrifolia* nach Webber.

1. Längsschnitt durch das obere Ende des Knospenkerns mit 3 Pollenschläuchen (*Ps*) und 2 Archegonien im Prothallium (*Pr*). Das Knospenkerngewebe (*N*) bildet oben die Pollenkammer (*Pk*).
2. Pollenschlauch mit vegetativem Kern (*v.K*) und generativer oder Antherozoidienmutterzelle (*g.Z*).
3. Die generative Zelle mit dem Kern und den beiden Centrosomen.
4. Das hintere Ende des Pollenschlauches, in dem sich über dem rudimentären Prothallium (*Pr*) 2 Antherozoidien (*A*) gebildet haben.
5. Ein freies Antherozoid von außen gesehen.
6. Durchschnitt durch den vorderen Teil des Antherozoids mit 2 Spiralwindungen, aus denen die Cilien hervorragen.

gezeichnet ist. In dem ursprünglich einzelligen Pollenkern erfolgen Teilungen, durch die zwei kleinere übereinander liegende Zellen von der großen, den übrigen Teil des Pollenkorns erfüllenden Zelle abgeschnitten werden, welch letztere den Schlauch mit dem vegetativen Kern bildet (Fig. I, *2 v.K*). Die hintere kleinere Zelle ist als das rudimentäre männliche Prothallium aufzufassen, in welchem noch eine weitere Teilung erfolgt, während die mittlere Zelle eigentlich dem Antheridium oder der generativen Zelle der Coniferen entspricht (Fig. I, *2*). Sie besitzt einen großen Kern und an dessen Polen je ein centrosomähnliches Gebilde mit auffallend großer Strahlensonne (Fig. I, *3*). Durch eine äquatoriale Teilung entstehen nun 2 neue Zellen, die aber durch eine Drehung der generativen Zelle nebeneinander zu liegen kommen (Fig. I, *4*), nicht übereinander, wie man aus Fig. I, *2* erwarten sollte. Sie werden durch Auflösung ihrer Membranen zu den beiden Antherozoidien, deren Körper größtenteils aus dem Kern und einer verhältnis-

Digitized by Google

mäßig dünnen Schicht von Cytoplasma um denselben besteht. Nach der Reife stellt jedes Antherozoid einen rundlichen Körper dar mit einem etwas spitzeren Ende, an welchem er von einer spiraligen, ca. 5 Windungen bildenden Furche umzogen wird, aus der die kurzen dicht beisammen stehenden Cilien hervorragen. Ein Antherozoid von *Zamia integrifolia* ist so groß, dass man es mit bloßem Auge sehen kann, denn es ist 258—332 μ lang und 258—306 μ breit, hat also einen Durchmesser von ca. $^1/_3$ Millimeter. Die Antherozoidien gelangen durch Platzen des Pollenschlauches in die noch in der Pollenkammer enthaltene Flüssigkeit, wo sie, wie es Webber wirklich beobachtet hat, herumschwimmen, und dann dringen sie in den Hals des Archegoniums ein. Wenn ein Antherozoid in das Ei selbst eingedrungen ist, so befreit sich sein Kern von dem Cytoplasmamantel und dem Cilienkörper und gelangt, unter Zurücklassung dieser Gebilde in der großen Cytoplasmamasse des Eies, zu dessen Kern, mit dem er verschmilzt. Es ist nur noch ein Wort über die Entstehung des Cilienkörpers zu sagen. Offenbar nimmt er seinen Ursprung aus dem centrosomartigen Körper, der deswegen auch von Webber später als Blepharoblast bezeichnet worden ist, und zwar in der Weise, dass sich das Korn nach der Zellteilung und dem Verschwinden der Strahlensonne streckt, dann an die Peripherie des Antherozoidienkörpers gelangt, sich hier zu einer Spirale ausdehnt und die Cilien aussprossen lässt; dabei wölbt sich das Cytoplasma zwischen den Gängen der Spirale vor, sodass die Cilien aus einer Rinne hervorragen, wie es Fig. I, *6* im Querschnitt zeigt.

Ganz ähnlich wie bei *Zamia integrifolia* verhält sich die Sache bei *Cycas revoluta* nach den Untersuchungen des japanischen Botanikers Jkeno[1]), der sein Material aus dem südlichen Japan holen musste, weil bei Tokyo die genannte Cycadee wohl vorkommt aber nicht fruktifiziert. Es ist die Pflanze, deren Blätter als die bekannten sog. Palmwedel bei Begräbnissen verwendet werden. Ihre weiblichen Blüten bilden einen Schopf dicker, bräunlicher, gefiederter, ca. 15 cm langer Blätter, die unterhalb der schmalen Fiedern zwei Reihen von Samenknospen tragen: man findet solche wohl in jedem botanischen Museum. Die männlichen Blüten dagegen sind zapfenförmig und tragen an der Unterseite der Zapfenschuppen die Pollensäcke. Die Bestäubung erfolgt im Anfang des Juli und der Pollen gelangt auf ähnliche Weise wie bei *Zamia* in die Pollenkammer, von wo er einen Schlauch in das Gewebe des Knospenkerns treibt. Die Teilungen im Pollenkorn

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*. (The Journal of the College of Science, Imp. University of Tokyo, vol. XII, Part III, p. 151—214, T. X—XVII.) Dieselbe Arbeit ist abgedruckt in Pringsh. Jahrb., 1898, Bd. 32, S. 557—602, T. VIII—X.

Digitized by Google

sind auch ganz ähnlich wie bei *Zamia*. Nachdem die große generative Zelle sich etwa Mitte August gebildet hat, erfolgen bis Ende September weiter keine Aenderungen. Dann kommen alle Kerne in dem hinteren Ende des Pollens zusammen und bis auf einen werden desorganisiert, sodass die generative Zelle mit ihrem großen Kern und den beiden Centrosomen allein zurückbleibt. Aus ihr entstehen, wie bei *Zamia*, die zwei Antherozoidien, die Verf., da er nur fixiertes Material zur Untersuchung hatte, allerdings nicht sich bewegen gesehen hat, die aber ohne Zweifel beweglich sind. Sie sind kleiner als bei *Zamia* (160 μ lang, 70 μ breit) und haben eine etwas andere Gestalt; außerdem sind sie mit einem ca. 80 μ langen, aus Cytoplasma bestehenden Schwanze versehen, der dem cilientragenden Ende gegenübersteht: eine für das Pflanzenreich ganz abnorme Form (Fig. II, *1—3*).

Fig. II.

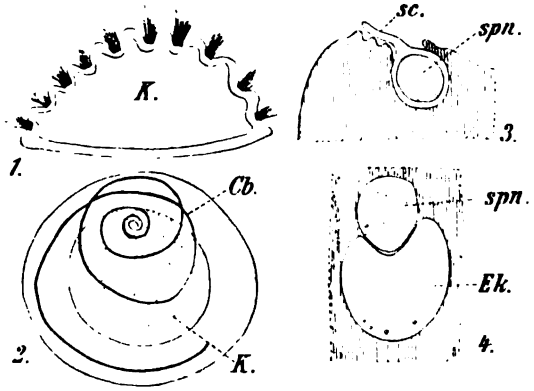


Fig. II. *Cyeas revoluta* nach Ikeno.

1. Junges Antherozoid im Durchschnitt, mit den Cilien. *K* = Kern.
2. Antherozoid schräg von oben gesehen, mit dem Spiralband, ohne Cilien.
3. Eindringen des Antherozoids in das Plasma des Eies. *spn* = Kern, *sc* = Schwanz des Antherozoids.
4. Eindringen des männlichen Kerns (*spn*) in den weiblichen (*Ek*).

Auf die Verhältnisse der Samenknospe sind wir nicht weiter eingegangen, da sie denen von *Zamia* ziemlich entsprechen. Auch für *Cycas* ist das Eindringen des Antherozoids in das Ei beobachtet worden und zwar mit sehr merkwürdigen Umständen: „Kurz vor dem Eindringen der Spermatozoiden in die Eizelle, oder bald nachher, produziert der Eikern eine kraterförmige Vertiefung, Empfängnishöhle, an seiner Spitze. Sofort nach seinem Eindringen entledigt sich das Spermatozoid seines Cytoplasmamantels, welcher sich bald innerhalb der Eizelle desorganisiert, während gleichzeitig der Spermakern sich nach dem Eikern hinbewegt. Der Spermakern vereinigt sich mit dem Eikerne an der Empfängnishöhle und dringt in den Eikern immer

Digitized by Google

tiefer hinein, um dort aufgelöst zu werden. Diese Kopulation stellt vielleicht einen besonderen bisher unbekannten Typus des pflanzlichen Befruchtungsmodus dar“ (Fig. II, *4*).

Fig. III.

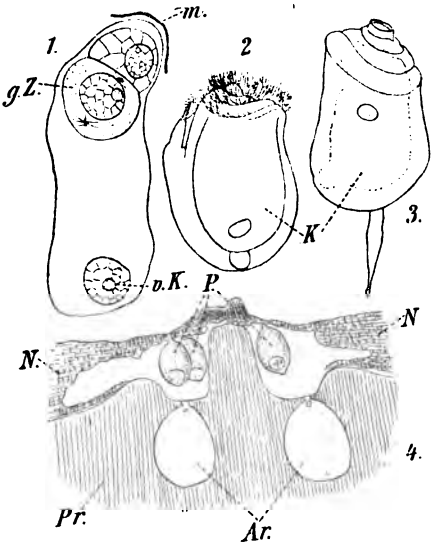


Fig. III. *Ginkgo biloba*. *1.* nach Webber, *2—4* nach Hirasé.

1. Keimendes Pollenkorn. m = dessen Membran, $g.Z$ = generative Zelle, $v.K$ = vegetativer Kern des Pollenschlauchs.

2. Antherozoid vor dem Ausschlüpfen (mit Cilien), K = Kern.

3. Antherozoid nach dem Ausschlüpfen (ohne Cilien), K = Kern.

4. Längsschnitt durch den oberen Teil des Knospenkerns.
N = Gewebe des Knospenkerns,
Pr = Prothallium,
Ar = Archegonien,
P = Pollenkörner.

Gleichzeitig mit Ikeno hat ein anderer japanischer Botaniker, S. Hirasé, im Pollenschlauch von *Ginkgo biloba* Antherozoidien entdeckt[1]). Bei diesem merkwürdigen, auch bei uns vielfach angepflanzten Baume, der ebenfalls diöcisch ist, bilden die männlichen Blüten kleine Kätzchen, während die weiblichen auf einem einige cm langen Stiele einige wenige Samenknospen tragen. Beiderlei Organe erscheinen bei uns im Mai zwischen den sich entfaltenden Blättern. In Japan findet nach Hirasé die Bestäubung Ende April statt; zwei Wochen später beginnt der Pollenschlauch zu wachsen und bildet in dem Gewebe des Knospenkerns ein wurzelähnliches Haftorgan. Durch die Teilungen im Pollenkorn ist auch hier ein rudimentäres, einzelliges Prothallium und ein Antheridium gebildet worden, während die schlauchbildende Zelle mit ihrem sogenannten vegetativen Kern als Antheridiumwandung aufgefasst werden kann (Fig. III, *1*). Die Entwicklung ist so langsam, dass erst im September aus dem Antheridium die zwei beweglichen Antherozoidien gebildet sind, deren Entstehung wir nicht näher beschreiben wollen: es sei nur erwähnt, dass wiederuu zwei „Centrosomen“ auftreten, deren Strahlensonne aber lange nicht so groß und auffallend wie bei *Zamia* ist. Der Körper des Antherozoids ist annähernd oval und besitzt am vorderen Ende 3 Spiralwindungen,

1) Études sur la Fécondation et l'Embryogénie du *Ginkgo biloba* (II. Mémoire). (Journal of the College of Science, Imp. University of Tokyo, vol. XII, Pt. II, p. 103—149, Pl. VII—IX).

Digitized by Google

aus denen sich ein dichter Cilienkranz erhebt, und am anderen Ende einen schwanzartigen Fortsatz: die Länge beträgt 82 μ, die Breite 49 μ. Die Bewegung der Antherozoidien konnte hier am lebenden Material beobachtet werden; sie erfolgt in dem Safte, der zwischen dem Knospenkerngewebe, das am Scheitel der Samenknospe zu einer papierdünnen Schicht geworden ist, und der Spitze des Embryosackes vom weiblichen Organe ausgeschieden worden ist. Die Befruchtung erfolgt wenige Tage nach der Entstehung der Antherozoidien im Pollenschlauch, sodass also zwischen der Bestäubung und Befruchtung in Japan ein Zeitraum von $3^1/_2$ Monaten liegt. Die Kopulation des männlichen mit dem weiblichen Kern ist noch nicht beobachtet worden. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Cycadeen und *Ginkgo* einerseits und den übrigen Blütenpflanzen andererseits liegt darin, dass bei den ersteren das austreibende Ende des Pollenschlauchs nicht nach dem Ei hinwächst, sondern in das Gewebe des Knospenkerns, und dass das hintere Ende des Pollenschlauchs in die Nähe des Eies zu liegen kommt, sich auch bei *Zamia* nach diesem zu noch verlängert, wobei die generativen Zellen in diesem Ende liegen bleiben, während bei den letzteren der Pollenschlauch mit seinem vorderen Ende nach dem Ei hinwächst und die generativen Zellen deshalb in dieses hineinwandern müssen.

Bei echten Nadelhölzern ist eine Entstehung von Antherozoidien noch nicht nachgewiesen, merkwürdigerweise aber haben fast gleichzeitig Nawaschin und Guignard[1]) bei Angiospermen und zwar zunächst nur bei *Lilium Martagon* (dem Türkenbund, nach Nawaschin auch bei einer Art Kaiserkrone) beobachtet, dass die aus dem Pollenschlauch austretenden beiden männlichen Kerne eine wurmförmige Gestalt besitzen und derart gedreht sind, dass das Vorhandensein von Bewegung gemutmasst werden kann, und sie, obwohl sie keine Cilien besitzen, doch nicht weniger als die männlichen Gameten der Farne und Cycadeen den Namen von Antherozoidien verdienen. Was aber hierbei noch merkwürdiger ist, das betrifft das verschiedene Verhalten dieser beiden Kerne und die doppelte Kopulation, die im Embryosack der Samenknospe bei der genannten Pflanze beobachtet worden ist.

---

1) S. Nawaschin, Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria tenella* (Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, T. IX, 1898, Nr. 4).

L. Guignard, Sur les antherozoides et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes (Revue générale de Botanique, T. XI, p. 129—135, Pl. IV, 1899).

Ich lege der obigen Darstellung die mir vorliegende letztere Arbeit zu Grunde, da ich die erstere nur aus dem Referat im botanischen Centralblatt kenne, wonach ihre Angaben ganz mit jenen übereinstimmen.

Digitized by Google

Bei *Zamia* dringen nach den Angaben Webber's mehrere Antherozoidien in ein Archegonium ein, aber nur eines verschmilzt mit dem Eikern, die übrigen bleiben zwischen dem Protoplasma und der Wand des Archegoniums liegen und werden daselbst allmählich desorganisiert. Auch sonst geht bei den Cycadeen und Coniferen, soweit wir wissen, immer nur ein männlicher Kern des Pollenschlauches eine Kopulation ein; bei den Cupressineen, wo ein Pollenschlauch sich über mehrere Archegonien legt, soll sich sein Kern so oft teilen, dass für jedes Archegonium ein Kern vorhanden ist. Bei den Angiospermen ist die Ausbildung des weiblichen Apparates eine ganz andere als bei den Gymnospermen: bei den typischen Formen entsteht bekanntlich in jeder Samenknospe ein Embryosack und in diesem entstehen 8 freie Kerne, aus ihnen aber werden wiederum: ein Ei mit zwei Synergiden, drei Antipodenzellen und es bleiben zwei freie Kerne übrig, ein oberer und ein unterer (Fig. IV, *1*). Bisher wusste man von diesen Kernen,

Fig. IV.

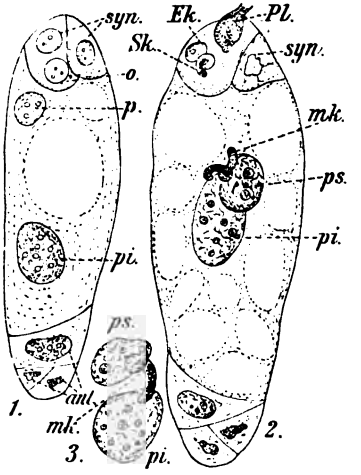


Fig. IV. *Lilium Martagon* nach Guignard.

1. Embryosack vor der Befruchtung.

O = Ei,
syn = Synergiden,
ant = Antipoden,
ps = oberer,
pi = unterer Embryosackkern.

2. Embryosack während der Befruchtung.

Pl = Pollenschlauch,
Ek = Eikern,
Sk = Spermakern,
mk = männlicher Kern, der mit den Embryosackkernen verschmilzt.

3. Ein männlicher Kern zwischen den beiden Embryosackkernen.

dass sie sich nach der Befruchtung des Eies vereinigen und durch sofort eintretende Teilungen das Endosperm produzieren. Nach Guignard und Nawaschin verhält sich aber die Sache bei *Lilium* — und wahrscheinlich ist es bei vielen anderen Angiospermen ebenso — folgendermaßen. Sobald der Pollenschlauch in den Embryosack eingedrungen ist, schlüpfen die beiden männlichen Zellen, die sich an seinem Ende eingeschlossen befanden, sehr schnell, eine nach der anderen, aus; jede besteht wesentlich aus einem von einer dünnen Cytoplasmaschicht umgebenen Zellkern, der seine plasmatische Hülle bald verliert. Der eine dieser Kerne begiebt sich zu dem Kern des Eies. Die Hüllmembran desselben und die der Synergiden sind dann schon ganz oder teilweise zerstört, um dem männlichen Kerne freien

Digitized by Google

Zutritt zu lassen; die Kerne der Synergiden gehen auch mehr oder weniger rasch zu Grunde. Der Spermakern nimmt nun die eigenartige, oben schon erwähnte und in Fig. IV, *2*, ***mk*** dargestellte Gestalt an und verschmilzt mit dem Eikern. Der andere männliche Kern aber geht nicht zu Grunde, sondern begiebt sich zu dem oberen, seltener zu dem unteren Embryosackkern, worauf der andere Embryosackkern dem zuerst erreichten sich anlegt (Fig. IV, *2*); liegen jene beiden Kerne schon anfangs dicht bei einander, so erreicht sie der männliche Kern gleichzeitig und tritt mit beiden in Verbindung (Fig. IV, *3*). Es findet darauf eine Verschmelzung der drei Kerne statt, die sogleich in eine neue Kernteilung übergeht, nämlich zur Bildung der Kerne, aus denen in bekannter Weise das Endosperm entsteht. Der männliche Kern, der sich mit dem Eikern vereinigt, ist immer dünner und kürzer als jener, der mit den beiden Embryosackkernen verschmilzt; er legt sich seitlich dem Eikern an und umfasst ihn mehr oder weniger, bis beide Massen verschmelzen. Wir haben hier also wirklich eine doppelte Kopulation, aber verschieden in ihrer Art und in ihrem Erfolge: durch die normale Verschmelzung des einen männlichen Kerns mit dem Eikern entsteht der Embryo, durch die Verschmelzung des anderen männlichen Kerns mit den zwei Kernen des Embryosackes entsteht das Endosperm oder Nährgewebe des Embryos. Dass diese letztere Entstehung auf einem Kopulationsvorgang beruhe, davon hatte man keine Ahnung gehabt. Zur Erklärung dieser Verhältnisse können vielleicht diejenigen herangezogen werden, welche ganz neuerdings J. Lotsy für *Gnetum Gnemon* beschrieben hat[1]), also für eine Angehörige jener Familie der Gnetaceen, die mit den Cycadeen und Coniferen die phylogenetisch ältere Gruppe der Gymnospermen bildet Wir wollen aus den sehr komplizierten und schwierig darzustellenden Verhältnissen nur erwähnen, dass in der Samenknospe mehrere Embryosäcke gebildet werden, die sich in ihrem unteren Teile mit einem Gewebe, dem rudimentären weiblichen Prothallium, füllen, im oberen Teile zahlreiche freie Zellkerne enthalten. Zu jedem Embryosack wachsen mehrere Pollenschläuche heran oder nur einer, und aus jedem Pollenschlauche dringen in dem Embryosack zwei generative männliche Kerne ein, deren jeder mit einem der freien Kerne kopuliert, sodass auch hier auf jeden Pollenschlauch zwei Kopulationsprodukte kommen, die Lotsy Zygoten nennt. Dieselben werden zu langen Schläuchen, an deren Spitze je ein Embryo angelegt wird. Die Kopulationsprodukte (Zygoten) aus einem der eingedrungenen männlichen Kerne mit einem der weiblichen Kerne im Embryosack sind also hier noch gleichwertig, bei *Lilium* scheinen nur die männlichen Kerne gleichwertig zu sein, nicht aber die weiblichen Komponenten und noch weniger die Kopulationsprodukte.

1) Contributions to the life-history of the Genus *Gnetum* (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, vol. XVI, p. 46–114, Pl. II—XI, 1899.)

Digitized by Google

Inwieweit der soeben gezogene Vergleich zu Gunsten der Annahme spricht, dass die Angiospermen von den Gnetaceen abzuleiten seien, soll hier nicht erörtert werden, doch hat auch Lotsy bei Vergleichung der übrigen Verhältnisse des weiblichen Apparates bei Angiospermen und *Gnetum Gnemon* die Analogien aufgefunden. Vor allen Dingen müssen wir noch weitere Untersuchungen über andere Angiospermen und über die Coniferen abwarten. Ueber den näheren Anschluss der Cycadeen an die Gefäßkryptogamen und von *Ginkgo* an erstere, wie er sich aus der Beobachtung der beweglichen und bewimperten Antherozoidien bei denselben ergiebt, sind oben bereits einige Worte gesagt worden. Zum Schluss verweise ich noch auf Fig. V, die im Umriss

Fig. V.

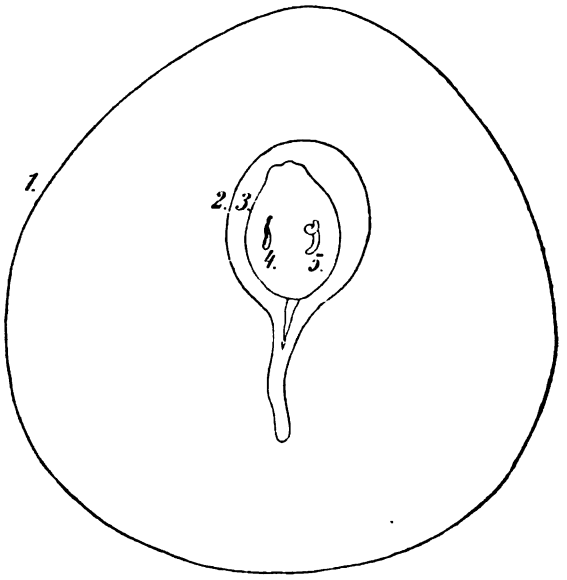


Fig. V. Die Größenverhältnisse der Antherozoidien von *1. Zamia integrifolia, 2. Cycas revoluta, 3. Ginkgo bilota, 4. Equisetum Telmateja, 5. Lilium Martagon.*

die Größenverhältnisse dieser neu beobachteten Antherozoidien von *Zamia (1)*, *Cycas (2)*, *Ginkgo (3)* zu einander und zu einem der größeren Antherozoidien von Gefäßkryptogamen [*Equisetum (4)*] und zu dem männlichen Kern von *Lilium (5)*, in dem wir mit Guignard auch ein Antherozoid sehen können, wiedergiebt: die der Cycadeen (*Ginkgo* eingeschlossen) erscheinen im Vergleich zu den anderen sehr groß, die von *Zamia* geradezu riesig. Diese Größe und besonders diese enorme Masse wird aber auch von keinem anderen männlichen Befruchtungskörper unter den Kryptogamen erreicht, für die ich eine Zusammenstellung bei gleicher Vergrößerung von 25 verschiedenen

Digitized by Google

Formen in meinen Beiträgen zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse (Jena, 1897, S. 187) gegeben habe. Man muss aber die Größe betrachten in Hinsicht auf die der weiblichen Organe, welche bei den Cycadeen auch eine außerordentliche ist (conf. Fig. I, *1*), mit den Eiern der Cycadeen können sich die der Kryptogamen überhaupt nicht messen, denn die großen Eier von *Fucus* bleiben noch weit hinter den Antherozoidien von *Zamia* zurück. Freilich werden die großen Eier von *Fucus* von verhältnismäßig winzigen Antherozoidien befruchtet[1]), aber nach der neuen Darstellung von Strasburger[2]) sind der männliche und weibliche Kern, wenn sie in dem Ei zusammentreffen, doch nicht so ungleich. Bei *Lilium* haben wir dann wieder entsprechend dem nicht auffallend großen Eikern kleine männliche Kerne, deren Aussehen merkwürdigerweise vielmehr an das der Antherozoidien bei den Gefäßkryptogamen, z. B. *Equisetum*, erinnert, abgesehen von den Cilien, vielmehr als dies bei den Cycadeen, die jenen doch näher stehen, der Fall ist. [71]

Kleine Mitteilungen über *Polytoma uvella* Ehbg.

Von **Hans Zumstein** in Basel.

Polytoma uvella ist schon sehr oft untersucht, der anatomische Bau, die Art der Fortpflanzung, die Stellung im System der Algen wiederholt diskutiert worden. Das Folgende möchte einige kleine und lückenhafte, aber vielleicht doch der Veröffentlichung werte Ergänzungen bieten. Dieselben sind das Resultat zahlreicher Kulturversuche, die ich vor längerer Zeit mit der Alge anstellte. Das ursprünglich gesteckte Ziel, die Bedingungen der Zygotenbildung, der Achtteilung und die Art der saprophytischen Lebensweise genauer festzustellen, wurde leider nicht erreicht und als ich in *Euglena gracilis* Klebs (über die bald eine größere Arbeit erscheinen wird) ein viel lohnenderes Objekt für die experimentelle Untersuchung auffand, beschäftigte ich mich nicht länger mit *Polytoma*.

Die Versuche stützen sich ausnahmslos auf Reinkulturen des Organismus; man kann solche leicht durch Isolierung einzelner *Polytoma*-Exemplare gewinnen.

1. Zur Achtteilung.

Nach Krassilstschik (Zoolog. Anzeiger, 1882, Bd. V, S. 426/29) kommt 8-Teilung nur bei den Polytomen der „ersten Generation“ vor; d. h. bei den eben aus dem Dauerzustand ausgeschlüpften, sich zum ersten Mal teilenden, Individuen.

1) Vergl. Biolog. Centralblatt, Bd. 16, S. 138—139.

2) Vergl. Pringsheim's Jahrb., Bd. 30, 1897, S. 351, Taf. XVII—XVIII.

Digitized by Google

Bütschli dagegen (Mastigophoren in Bronn's Klassen u. Ordn. des Tierreichs, S. 755) und nach ihm Francé (Die Polytomeen, Pringsheim's Jahrb., Bd. 26, 1894) beobachteten, dass mehrere 8-Teilungen aufeinander folgen können.

Ich konnte in der That an isolierten 8-Teilungszuständen feststellen, dass sich die 8 Sprösslinge einer Mutterzelle, nachdem sie ausgewachsen sind, gleich wieder in je 8 zu teilen vermögen.

Die 8-Teilung scheint mir kein durch „innere" Ursachen bedingter Modus der Vermehrung, sondern lediglich abhängig von den Nahrungsverhältnissen am Wohnort der Alge. In sehr reicher Nährflüssigkeit ist nicht 4- sondern 8-Teilung die Regel und je günstiger die Kulturflüssigkeit ist (und bleibt) um so länger findet sich 8-Teilung darin vor; erst bei allmählicher Erschöpfung der Nährstoffe bleibt die Vermehrung bei der Bildung von 2 oder 4 Tochterzellen stehen.

In einem, allerdings seltenen, Fall konnte ich in ein und derselben größern Kultur an 26 aufeinander folgenden Tagen jederzeit zahlreiche 8-Teilungen konstatieren.

Die Individuen einer alten Kultur, worin nur noch 4-Teilungen vorkommen, kann man mit Sicherheit (binnen ca. 24 Stunden) und leicht zur 8-Teilung veranlassen, indem man sie in frische Nährlösung überträgt resp. der erschöpften Kultur reichlich neue organische Nährstoffe zufügt.

Andere Mittel zur Erzeugung von 8-Teilung sind mir bis jetzt nicht bekannt.

2. Meine Bemühungen, eine Methode zu finden, deren Anwendung mit unfehlbarer Sicherheit die Polytomen zur Kopulation veranlasst, waren erfolglos. Die zu diesem Zweck angestellten (nicht sehr zahlreichen) Versuche machen es immerhin sehr wahrscheinlich, dass in erster Linie Nahrungsmangel und Temperaturerhöhung für die Zygotenbildung ausschlaggebend sind.

3. Ein sicheres morphologisches Unterscheidungsmerkmal zwischen den ungeschlechtlich entstandenen Dauercysten und den Zygoten der *Polytoma* konnte ich ebensowenig wie die frühern Beobachter herausfinden.

Interessant ist die Thatsache, dass die (vor dem Versuch nicht zuerst getrockneten) Zygoten nur in Lösungen bestimmter organischer Stoffe keimen. Die Keimung geschieht z. B. in (4prozentiger) Peptonlösung, Erbsenwasser, Heudekokt, Fleischextrakt-, Protogen-, Malzextrakt-Lösung u. s. w., dagegen nicht (oder nur ganz selten) in Zuckerlösungen, Pflaumensaft, Reisstärke-, Dextrin-, Asparaginlösung etc. Aehnliches gilt für die getrockneten Cysten bezw. Zygoten: in Regenwasser gelangen nur ganz wenige, bei der Befeuchtung mit guten Nährlösungen fast alle zur Keimung.

Digitized by Google

Es kommen relativ mehr Keimungen zustande bei Dauerzellen, die vor der Wiederbefeuchtung einige Wochen im Exsikkator gelegen hatten, als bei cet. par. lufttrocken aufbewahrten.

4. Die wichtige Frage nach der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe der *Polytoma* konnte ich bis jetzt nicht lösen, da es mir nicht gelang, bakterienfreie Kulturen zu gewinnen. Sehr gute Kulturflüssigkeiten sind u. a. Erbsenwasser (2—3 Erbsen in 100 ccm Wasser gekocht), Heuinfus, Fleischextraktlösung, das Dekokt von (genügend eiweißhaltigen!) Kartoffeln.

In Pflaumensaft, Zucker-, Stärkelösungen, gedeiht *Polytoma* nicht. Ihre Vermehrung in Heuextrakt wird sistiert durch Zusatz von Rohrzucker (1 %), Traubenzucker (1 %), KNO_3 (0,1—0,2 %) etc.; $MgSO_4$ ist dagegen bis zu 2,5 % kaum von schädlichem Einfluss. [62]

Zur Frage über die Bedeutung des Periblastes in der Entwicklung der Knochenfische.

Vorläufige Mitteilung.

Von Prof. **W. Reinhard** in Charkow.

Vorgelegt in der Sitzung der Gesellschaft der Naturforscher in Charkow am 13./25. Februar 1899.

Indem ich meine Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische fortsetzte, fand ich bei einem Embryo mit geschlossener Kupffer'scher Blase und fertiger Entoblastschicht zwei Anhäufungen großer Zellen mit großen Kernen. Diese Anhäufungen nehmen einen ganz bestimmten Platz ein, fast in der Mitte der Länge des Keimes, zu beiden Seiten des letzteren, und dem Hinterende etwas näher. Die Zellen sind ganz denjenigen ähnlich, die in die Kupffer'sche Blase eindringen und dem Entoblast den Anfang geben[1]). Sie differenzieren sich im Periblast und liegen unter den Seitenplatten, dem Entoblast anliegend, dessen Fortsetzung sie bilden. Diese Zellen dringen in die Darmfaserschicht und in die Hautfaserschicht ein. Außerdem wandern sie über die Grenzen der Seitenplatten.

In jüngeren Entwicklungsphasen bilden sich diese Zellen einzeln, und nur in der oben gedeuteten werden Anhäufungen von Zellen gebildet. Da der Entoblast schon fertig ist, so dienen diese Zellen vielleicht nur zum Teil zur Ergänzung derselben, ihre Hauptzahl dient wahrscheinlich zur Bildung des Blutes, umsomehr, als die genannten Anhäufungen zur Zeit der Bildung des Herzens beobachtet werden.

1) W. Reinhard, Die Bedeutung des Periblastes und der Kupffer'schen Blase in der Entwicklung der Knochenfische Archiv f. mikr. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. 52, 1898.

Digitized by Google

Die Bildung der genannten Zellen habe ich auf vier aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen beobachtet.

Ich beschränke mich hier auf eine ganz kurze Mitteilung der Beobachtungen, die von mir noch im April des vorigen Jahres gemacht wurden. Eine ausführliche Beschreibung mit notwendigen Abbildungen folgt möglichst bald. [47]

Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen?

Von Dr. **Otto vom Rath.**

Nachtrag.

In Band XVIII, Nr. 17, 1898 dieser Zeitschrift habe ich bereits die vorstehende Frage auf Grund fremder und eigener Beobachtungen besprochen und in bejahendem Sinne beantwortet. Ich teilte einige von cand. med. Engelmann in der Jagdzeitung Hubertus angeführte Beispiele mit, und berichte dann über einen von mir persönlich beobachteten und sorgfältig untersuchten Fall. Zu meinem Bedauern war es mir damals entgangen, dass bereits vor Engelmann, Tornier (Ueber Hyperdactylie, Regeneration und Vererbung, Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen, 1896, Bd. IV, Heft I) einen ähnlichen Fall publiziert hatte. Nach dem Erscheinen meines oben erwähnten Artikels, machte Tornier in dieser Zeitschrift (Bd. XVIII, Nr. 22, 1898) noch einmal auf seine frühere Beschreibung aufmerksam. Ob der Ton, welchen Tornier in letztgenannter Schrift gegen mich anzuschlagen beliebte, der richtige war, überlasse ich dem Urteile der Fachgenossen.

Der von Tornier angeführte Fall ist in kurzem folgender:

Eine rassereine Dachshündin, die von einem rassereinen Dachshund gedeckt war, entwischte aus dem Gehege und wurde dann von einem Hühnerhunde gedeckt. Die Dachsbündin warf darauf drei rassereine Dachshunde und einen ausgesprochenen Bastard zwischen Dachs- und Hühnerhund.

In den von Engelmann und mir publizierten Fällen warfen die Hündinnen, welche während ihrer jeweiligen Hitze von ganz verschiedenen Hunden gedeckt waren, und zwar zuerst von einem rassereinen Rüden derselben Art, Junge, die zum Teil der Rasse der Mutter und des erwähnten ersten rassereinen Rüden derselben Art entsprachen, aber auch solche, die den später zugelassenen Rüden täuschend ähnlich waren und ferner schwer zu definierende Bastarde.

Ich berichtete beispielsweise über einen Fall, wo eine isoliert gehaltene Mopshündin, bei ihrer ersten Hitze, zuerst von einem Mopse und dann in Intervallen von einigen Tagen, von einem schwarzen Spitzer, von einem weißen Spitzer und von rasselosen Fixkötern gedeckt wurde. Der Wurf ergab einen Mops, einen schwarzen Spitzer, einen weißen Spitzer und einige unqualifizierbare Junge. Der Fall, den Tornier erzählte, wäre natürlich von größerer Bedeutung gewesen, wenn die Dachshündin, die von einem Dachsrüden und nachher von einem Hühnerhund

Digitized by Google

gedeckt war, an Stelle des Bastardes zwischen Dachs- und Hühnerhund einen rassereinen Hühnerhund geworfen hätte.

Nach dem Erscheinen meines oben erwähnten Artikels habe ich meine hierhergehörigen Untersuchungen und Experimente fortgesetzt, und es gelang mir folgenden Fall zu beobachten.

Eine jungfräuliche Foxterrierhündin wurde mit einem edlen Foxterrier während ihrer Hitze für einige Tage isoliert gehalten und dann noch von Hunden verschiedener Rasse z. B. von einem echten Pudel, von einem echten Dachshunde u. a. Rüden gedeckt. In dem Wurfe befanden sich zwei edle Foxterriers, zwei schwarze Pudel, ein brauner glatthaariger echter Dachshund und schlechte Bastarde.

Ich brauche hier wohl kaum darauf hinzuweisen, dass nur in sehr seltenen Fällen derartige Experimente gelingen, da gewöhnlich die Jungen Kennzeichen von beiden Eltern oder deren Vorfahren verraten. Hin und wieder sieht man nun auch, dass die Jungen mit ihren respektiven Vätern gar keine Aehnlichkeit haben, sondern das treue Ebenbild der Mutter sind. Ich hatte Gelegenheit auch einen derartigen Fall zu konstatieren.

Ein Bekannter hatte eine Dachshündin, die bei ihrer ersten Hitze eingesperrt wurde, damit sie nicht gedeckt werden sollte. Durch einen unglücklichen Zufall gelang es aber einem Rattenfänger zu dieser Hündin ins Zimmer zu schlüpfen und dieselbe zu decken. Ein anderer Hund ist, wie mit Sicherheit behauptet werden kann, nicht mit der Hündin in Berührung gekommen. Die Dachshündin warf nun 5 Dachshunde, die der Mutter in jeder Beziehung täuschend ähnlich waren, doch fehlte allen die Ruthe; kaum ein Rudiment derselben war zu erkennen. Die Dachshündin hatte ebensowenig wie ihre Vorfahren eine kupierte Ruthe: man hätte sonst sicherlich von einer Vererbung einer Verstümmelung gesprochen. Ueber die Familie des Rattenfängers konnte nichts festgestellt werden.

Folgender Fall wurde mir gelegentlich mitgeteilt, ich kann daher keine Garantie für die Genauigkeit der Angaben übernehmen.

Eine schwarze Spitzerhündin, die von einem schwarzen Spitzer gedeckt war und dann frei herumlief, warf, nachdem sie noch von Hunden ganz verschiedener Rassen, darunter von einem Wachtelhunde, gedeckt wurde, einige völlig schwarze Spitzer, einige ganz weiße Spitzer und einen Bastardspitzer, der auffällig an den Wachtelhund erinnerte, aber eine ganz eigenartige Zeichnung hatte. Obschon das Tier spitzähnlich war, und als Grundton schwarz hatte, war die Brust, der Hals und ein Teil der Ruthe völlig weiß.

Diese bei Hunden konstatierten Thatsachen dürften allein schon genügen, um die in Rede stehende Frage mit ja zu beantworten. Ein Erklärungsversuch[1]) für solche Vorkommnisse wurde bereits früher gegeben.

1) Nach den Angaben der Züchter (dies ist auch die Ansicht Engelmann's) sollen bei Hunden, und vielleicht auch bei anderen Säugetieren, die Eier nicht alle gleichzeitig befruchtungsfähig werden, sondern schubweise nacheinander, und zwar in bestimmten Zwischenräumen. Bei Beginn der Hitze einer Hündin wäre stets nur eine beschränkte Zahl von Eiern befruchtungsfähig; nach einigen Tagen würden dann wieder einige Eier reif und dieser Reifungsprozess wiederhole sich so während der ganzen Zeit der Hitze. Bringt man nun die läufige Hündin mit einem auserlesenen Gemahl nur für einige Tage zusammen und entfernt dann wieder den Rüden, so ist es durchaus wahrscheinlich, dass die Hündin, wenn sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, andere

Digitized by Google

Auf Grund meines früheren Artikels erhielt ich nun mittlerweile verschiedene Zuschriften, in welchen bemerkt wurde, dass von Tierzüchtern und Jägern derartige Fälle, wie ich sie mitgeteilt habe, nicht allzu selten beobachtet worden seien.

Auch bei Pferden und Kühen, die der Regel nach nur ein Junges werfen, sollen in seltenen Fällen bei Zwillingen die Einflüsse von zwei Vätern deutlich bemerkbar gewesen sein.

Ein Herr, der sich seit vielen Jahren mit Pferdezucht beschäftigt hatte, teilte mir schriftlich folgenden Fall mit, den er selbst sorgfältig untersucht hatte:

Eine edle Stute wurde durch einen edlen Fuchshengst mit verschiedenen weißen Abzeichen gedeckt. Da nun aber die Stute nach drei Monaten wieder rossig wurde, ließ derselbe Herr die Stute von einem Schimmelhengste belegen, in der Annahme, dass die Stute nicht erfolgreich gedeckt sei. Etwa $10^1/_2$ Monate nach dem Belegen durch den Fuchshengst warf die Stute zwei tote Füllen, von welchen eines gut entwickelt war und genau dem Fuchshengste entsprach und auch dessen Abzeichen erkennen ließ; das andere Füllen war weniger entwickelt und zeigte die größte Aehnlichkeit mit dem Schimmelhengste. Die Tragzeit der Stuten ist bekanntlich eine lange und soll nach den Angaben der Züchter 48 Wochen dauern.

Einen ähnlichen Fall beobachtete derselbe Herr bei einer Kuh; da es sich aber in den beiden letzten Fällen um seltene und einigermaßen abnorme Vorkommnisse handelt, möchte ich diese Beispiele nur ganz beiläufig erwähnt haben.

Jetzt liegt nun die Frage nahe, ob bei den Zwillings- und Drillingsgeburten der Menschen auch die Möglichkeit vorhanden ist, dass mehrere Väter befruchtend eingewirkt haben.

Bei identischen Zwillingen, die durch die Befruchtung eines Eies durch ein Spermatozoon und nachträgliche Teilung dieses Eies (vermutlich im Zweizellenstadium) entstehen sollen, kommt die in Rede stehende Frage natürlich gar nicht in Betracht. Wenn aber gleichzeitig oder ganz kurz hintereinander zwei oder mehrere Eier befruchtungsfähig werden, so ist es keineswegs direkt ausgeschlossen, dass diese Eier von verschiedenen Vätern wirklich befruchtet wurden, wenn mehrere Männer kurz hintereinander zur Begattung zugelassen wurden. Auf jeden Fall dürften derartige Fälle, wenn sie überhaupt vorkommen, überaus selten sein.

Aus dem vorstehenden Aufsatze ergiebt sich nun von selbst, dass an der Möglichkeit der Frage, ob bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfes von verschiedenen Vätern abstammen können, kein Zweifel mehr obwalten kann, da die von Tornier, Engelmann und mir beigebrachten Thatsachen direkt beweisend sind.

Rüden zur Begattung zulässt, dieselbe auch von letzteren befruchtet werden kann. Auf jeden Fall hat das lebenskräftige, frisch ejakulierte Sperma eines neuen Gemahls viel mehr Aussicht auf die neu herangereiften Eier befruchtend zu wirken, als das von den früheren Begattungen zurückgebliebene, bereits halbabgestorbene Sperma des früheren Gatten. Trifft nun die eben besprochene Voraussetzung von der in bestimmten Intervallen hintereinander erfolgenden Eireife in Wirklichkeit zu, was ich leider nicht entscheiden konnte, aber für höchst wahrscheinlich halte, so dürfte der vorstehende Erklärungsversuch durchaus befriedigen.

Digitized by Google

Was nun die theoretischen wie praktischen Folgerungen dieser Beobachtungen angeht, so darf ich wohl auf meine früheren diesbezüglichen Bemerkungen (Diese Zeitschr., Bd. XVIII, Nr. 17, 1898) hinweisen, denen ich wenig neues hinzuzufügen habe. In diesem Nachtrag zu meinem gleichnamigen früheren Aufsatze sollte hauptsächlich neues empirisches Beweismaterial geliefert werden.

Inwieweit die bei Hunden festgestellten Befunde auch bei anderen Säugetieren, die normaler Weise in jedem Wurfe mehrere Junge haben, zutreffen, bleibt ferneren Untersuchungen vorbehalten.

Dass nun die angeführten Thatsachen für die Lehre der Telegonie (Fernzeugung) wenig günstig sind, wurde ebenfalls bereits früher betont.

Wenn nicht einmal im ersten Wurfe einer Hündin sämtliche Junge einige charakteristische Eigenschaften des ersten Deckrüden erkennen lassen, vielmehr einige der Geschwister dieses Wurfes in ganz auffälliger Weise nach später von der Hündin angenommenen anderen Rüden schlagen, kann doch unmöglich an eine Beeinflussung der Jungen des zweiten Wurfes durch den ersten Gemahl des ersten Wurfes gedacht werden, zumal, wenn im zweiten Wurfe wieder Rüden ganz anderer Rassen zur Begattung zugelassen wurden. Wäre eine Beeinflussung der Jungen des zweiten Wurfes durch den ersten oder die späteren Deckrüden des ersten Wurfes wirklich möglich, so würde der zweite Wurf bereits eine eigenartige Zusammenstellung der verschiedenartigsten Hunde aufweisen können.

Was des weiteren die Hypothese der Telegonie [1]) betrifft, so verweise ich auf meine früheren Aufsätze. a) Ein Fall von scheinbar bewiesener Telegonie. Diese Zeitschr., 1895. b) Bemerkungen über das Versehen und die Telegonie. Berichte d. naturf. Gesellsch., Freiburg, 1898. c) Diese Zeitschr., Band XVIII, Nr. 17, 1898.

Seit dem Erscheinen dieser Schriften habe ich keine Veranlassung gehabt, an meiner früheren Auffassung der Telegonie, das Geringste zu ändern.

Zoologisches Institut der Universität Freiburg, 1. April 1899.

1) Die Möglichkeit von Telegonie scheint mir, wie bereits früher bemerkt wurde, nur dann vorhanden zu sein, wenn nachgewiesen werden könnte, dass das Sperma des ersten Gatten in den Geschlechtsorganen des Weibchens für längere Zeit lebens- und befruchtungsfähig bleibt. Soviel mir bekannt ist, findet dergleichen bei Säugern nur bei Fledermäusen statt, bei denen die Begattung im Herbste, die Befruchtung der Eier aber erst im Frühjahr erfolgt. Eine andere Möglichkeit ist die, dass das Sperma des ersten Gatten in die unreifen Eier des Weibchens eindringt und dort befruchtungsfähig bleibt bis die Eier reif geworden sind. Auf sorgfältig ausgeführten Schnittserien würde man aber ohne viele Mühe das Vorhandensein von Spermatozoen in den unreifen Eiern nachweisen können; das ist aber bis jetzt nicht geschehen. Es müssten dann aber auch Weibchen, die nur einmal erfolgreich begattet worden sind und schon während ihrer Schwangerschaft isoliert gehalten wurden, nachher ohne neue Begattung schwanger werden können. Ich selbst habe wiederholentlich trächtige Mäuse, die bekanntlich gleich nach dem Ablegen der Jungen wieder aufs Neue befruchtet werden können, isoliert gehalten, aber niemals haben diese Weibchen wieder ohne Gesellschaft eines Gatten Junge bekommen.

Digitized by Google

Ueber einige Beziehungen zwischen den Geschmacksqualitäten und dem physikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe.

Alle schmeckenden Substanzen sind in Wasser löslich. Das ist ein Satz, dessen Richtigkeit sowohl empirisch leicht festzustellen ist als auch ohne weitere Prüfung aus der Beobachtung abgeleitet werden kann, dass die Geschmackssinnesorgane in der Mundhöhle, die Geschmacksbecher, von dem im Wesentlichen aus Wasser bestehenden Speichel überdeckt sind, sodass die Schmeckstoffe nur durch dessen Vermittelung mit den schwer zugänglichen Sinneszellen in Berührung kommen können. Handelt es sich also um die Aufdeckung der Beziehungen zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schmeckstoffe und den Geschmacksqualitäten, die infolge der Erregung der Geschmacksnerven wahrgenommen werden, so ist die erste Frage die: wie verhalten sich die Schmeckstoffe in wässeriger Lösung? — Je nach der Art dieses Verhaltens unterscheidet man nun zwei Gruppen von chemischen Verbindungen; die einen lösen sich in der Art auf, dass sich ihre Moleküle, ohne eine Aenderung durch das Lösungsmittel zu erfahren, gleichmäßig im Wasser verteilen; die anderen werden in eigentümlicher Weise zersetzt, indem die Moleküle zum Teil oder sämtlich in elektrisch geladene Teilchen, die Jonen, zerfallen, deren Ladung positiv bei den Kationen, negativ bei den Anionen ist. Die Ladungskapazität braucht nicht immer die gleiche zu sein; einen Ausdruck für ihre Größe schafft uns der schon lange aufgestellte, bekannte Begriff der Valenz, da z. B. die zweiwertigen Jonen mit der doppelten Elektrizitätsmenge behaftet sind als die einwertigen. Diese Klasse von chemischen Verbindungen, zu denen die Säuren, die Laugen und die Salze gehören, vermag den elektrischen Strom zu leiten, wir nennen sie Elektrolyte: sie leiten den Strom um so besser, je vollständiger die Dissoziation in Jonen erfolgt ist; darum ist die Leitfähigkeit ein Maß für den Dissoziationsgrad, d. i. das Verhältnis der dissoziierten Moleküle zur Gesamtheit der Moleküle.

Hat nun die Lösung eines Nichtleiters, also einer Verbindung, deren Moleküle durch Wasser nicht dissoziiert werden, einen bestimmten eigentümlichen Geschmack, so können wir annehmen, dass die betreffende Qualität in irgendwelchem Zusammenhang mit dem Aufbau des Moleküles steht; es ist dann die nächste Aufgabe, herauszufinden, was für eine Eigentümlichkeit in diesem Aufbau gerade den besonderen Geschmack bedingt. Haben wir es aber mit der Lösung eines Elektrolyten zu thun, so ist zuvor noch die Frage zu erledigen, ob die Anionen, die Kationen oder die elektrisch neutralen Moleküle für den Geschmack verantwortlich zu machen sind. Nun ist es eine eigentümliche Erscheinung, dass Lösungen von Elektrolyten nicht eine einheitliche Geschmacksempfindung, sondern eine Mischempfindung verursachen, und dass die Komponenten dieser Mischung verschieden intensiv empfunden werden bei verschiedenen Konzentrationen der Lösung. Da aber die Dissoziation eines Elektrolyten abhängig ist von der Konzentration seiner Lösung, insofern als meist der Dissoziationsgrad klein in konzentrierten Lösungen, groß in verdünnten Lösungen ist, sodass in jenen die elektrisch neutralen Moleküle, in diesen die Jonen überwiegen, so legte gerade diese Beobachtung eines Mischgeschmackes bei Elektrolyten den Gedanken an einen Zusammenhang

Digitized by Google

zwischen den verschiedenen Geschmacksempfindungen und den verschiedenen Bestandteilen der Elektrolytlösung nahe und veranlasste Höber und Kiesow zu einer Untersuchung[1]), ob sich ein besonderer Molekül- und ein besonderer Jonen-Geschmack feststellen ließe.

Das Prinzip für die Untersuchungsmethodik ergab sich von selbst. Es war notwendig, auszuprobieren, bei welcher Konzentration der Lösung jede der verschiedenen Geschmacksempfindungen gerade bemerkbar wird oder, anders ausgedrückt, für jede Geschmacksempfindung die Schwelle zu bestimmen, und danach für die betreffenden Lösungen den Dissoziationsgrad durch Messung der Leitfähigkeit zu ermitteln. Durch Vergleich der Werte von verschiedenen gleich schmeckenden Lösungen musste sich dann aus einer etwaigen Uebereinstimmung von einigen der erhaltenen Werte ergeben, ob die Anionen, die Kationen oder die elektrisch neutralen Moleküle den den verschiedenen Lösungen gemeinsamen Geschmack verursachen. Nun ist es nur bei angespanntester Aufmerksamkeit möglich, eine Geschmacksschwelle genau zu fixieren; um darum die Untersuchungen nicht unnötig zu komplizieren, beschränkten wir uns darauf, aus den verschiedenen Empfindungen, die die Lösung eines Elektrolyten auslöst, eine auszuwählen, ihre Schwelle so genau wie möglich zu bestimmen und die Beziehungen zur Dissoziation zu untersuchen, zumal da es uns zunächst nur um den Nachweis zu thun war, ob die Jonen und die undissoziierten Moleküle verschieden schmecken.

Wir wählten den salzigen Geschmack von Salzen und den eigentümlich süßen Geschmack der Laugen. Erstens untersuchten wir mehrere Halogenalkalien, deren Moleküle in je ein Kation und ein Anion zerfallen, z. B. NaCl in $Na+$ und $Cl-$. Wir fanden, dass sie alle bei der gleichen molekularen Konzentration von etwa 0,024 Gramm-Molekül auf 1 Liter anfingen salzig zu schmecken. Nun sind aber alle Halogenalkalien annähernd gleich stark dissoziiert, d. h. gleich konzentrierte Lösungen enthalten gleich viel Kationen, Anionen und neutrale Moleküle. Alle erhaltenen Werte der drei Arten von Teilchen in den Lösungen stimmten also unter einander überein: darum war es nicht möglich, zu entscheiden, von welchen dieser Teilchen der salzige Geschmack abhinge. Wir wandten uns deshalb zur Untersuchung von Salzen, die in ein doppelt geladenes Kation und zwei einfach geladene Anionen (z. B. $MgCl^2 = Mg++ + 2\,Cl-$) oder in zwei einfach geladene Kationen und ein doppelt geladenes Anion (z. B. $Na_2SO_4 = 2\,Na+ + SO_4=$) zerfallen. Wir thaten das aus folgenden Gründen: Angenommen die Analyse der Na_2SO_4-Lösung, die gerade eine Salzempfindung auslöst, ergäbe eine gewisse molekulare Konzentration c und einen Dissoziationsgrad $\alpha = 0{,}80$, so bedeutet das, dass aus 100 Molekülen 80 $SO_4=$ und 160 $K+$ entstanden und dass nur 20 Moleküle unverändert geblieben sind, dass also die entsprechenden Konzentrationen der Teilchen in den Werten $\frac{80.c}{100}$, $\frac{160.c}{100}$ und $\frac{20.c}{100}$ ihren Ausdruck finden. Wenn nun bei den Halogenalkalien die Schwellenlösung ebenfalls die Konzentration c hätte und der Dissoziationsgrad wiederum $\alpha = 0{,}80$ wäre, sodass sich also aus 100 Molekülen 80 Kationen und 80 Anionen bildeten und 20 Moleküle undissoziiert blieben, so könnten

1) Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. 27, S. 601, 1898.

Digitized by Google

wir den Schluss ziehen, dass entweder die elektrisch neutralen Moleküle oder die Anionen den Salzgeschmack verursachten, keinesfalls die Kationen, weil nur deren Konzentrationswerte in den beiden Salzlösungen verschieden sind. Nun dissoziieren aber die zweiwertigen Salze viel weniger stark als die einwertigen, und das giebt uns die Möglichkeit, eine ganz bestimmte Entscheidung zwischen den drei Sorten von Teilchen in der Lösung zu treffen. Nehmen wir an, die Schwellenlösung von Na_2SO_4 habe die Konzentration $c_1 = 2c$ und der Dissoziationsgrad sei nur 0,40, so wäre die Konzentration für $SO_4=$ gleich $\frac{40.c_1}{100} = \frac{80.c}{100}$, für $Na+$ gleich $\frac{80.c_1}{100} = \frac{160.c}{100}$ und für Na_2SO_4 gleich $\frac{60.c_1}{100} = \frac{120.c}{100}$. Dies Mal ergäbe dann der Vergleich mit den entsprechenden Konzentrationen der Halogenalkalien, dass Uebereinstimmung nur bei den Werten der Anionen herrscht; wir dürften dann schließen, dass diese die salzige Geschmacksempfindung auslösen. Einige der von uns gefundenen Werte stehen in der folgenden Tabelle:

	Molekulare Konzentration	α	Konzentr. der Anionen	Konzentr. der Kationen	Konzentr. der neutralen Moleküle
NaCl	0,026	0,903	*0,023*	0,023	0,0025
Na_2SO_4 . .	0,034	0,741	*0,025*	0,051	0,0090
$MgCl^2$ . . .	0,0175	0,834	*0,029*	0,015	0,0030
NaBr . . .	0,022	0,897	*0,020*	0,020	0,0020

Es geht daraus hervor, dass die von uns untersuchten Anionen salzig schmecken.

In ähnlicher Weise stellten wir fest, dass der süße Geschmack, den Laugen in großer Verdünnung an der Zungenspitze und besonders an den hinteren Zungenrändern verursachen, von den Hydroxylionen hervorgerufen wird, und dass er bei der minimalen Konzentration von 0,005 bis 0,009 Gramm-Jonen im Liter auftritt.

Noch auf einem anderen Wege ist kürzlich die Beteiligung der Jonen am Zustandekommen der Geschmacksempfindungen gezeigt worden. Schickt man durch die Zunge hindurch einen elektrischen Strom, so tritt je nach der Stromrichtung ein eigentümlicher Geschmack, der sogenannte „elektrische Geschmack“ auf, der für gewöhnlich an der Anode als sauer, als säuerlich oder als metallisch angegeben wird, während er an der Kathode weniger bezeichnend definiert, meist laugig oder alkalisch oder herb und bitterlich genannt wird. Das Entstehen dieser Empfindungen wurde von den Einen auf eine direkte Reizung der Geschmacksnervenendigungen durch den elektrischen Strom, von den Andern auf eine chemische Reizung durch die elektrolytischen Spaltungsprodukte der in dem Speichel gelösten Salze zurückgeführt. Eine vor Kurzem erschienene Arbeit von R. von Zeynek[1]) entscheidet zu Gunsten der zweiten Anschauung.

1) Centralblatt für Physiologie, Bd. 12, S. 617, Dezember 1898.

Digitized by Google

Um das von v. Zeynek gebrauchte Verfahren verständlich zu machen, sind einige physikalische Vorbemerkungen notwendig. Taucht man ein Metall in reines Wasser, so lädt es sich gegen dieses negativ. Nach der Theorie von Nernst kommt die Ladung dadurch zustande, dass von der Metallelektrode unwägbar kleine Mengen in Form von positiv geladenen Jonen in das Wasser hinein in Lösung gehen: das Wasser lädt sich folglich positiv, das Metall negativ. Die Größe der Ladung oder die Potentialdifferenz zwischen Wasser und Elektrode ist abhängig von der Beschaffenheit des Elektrodenmetalles: die Potentialdifferenz ist um so größer, je größer die Lösungstendenz des Metalles oder je größer ihr „elektrolytischer Lösungsdruck" ist; denn je mehr Jonen in Lösung gehen, desto mehr positive Elektrizität wird ins Wasser hineintransportiert, da ja die Jonen die Träger der Elektrizität sind. Es kann aber nur eine ganz geringe Zahl von Jonen in Lösung gehen, weil die große elektrostatische Differenz, die dabei zwischen Elektrode und Wasser entsteht, schnell einem weiteren Eindringen von Jonen in dieses ein Ziel setzt; es stellt sich also rasch ein Gleichgewichtszustand her, in dem sich ebenso viele Jonen durch die elektrostatische Anziehung auf der Elektrode niederschlagen, wie von ihr durch den elektrolytischen Lösungsdruck in Lösung gehen. Setzt man nun zu dem Wasser ein Salz hinzu, das dieselben Kationen bildet wie das Elektrodenmetall, besteht also etwa die Elektrode aus Zn und setzen wir eines seiner Salze, z. B. $ZnSO_4$ zu, so entsteht ein Ueberdruck an Zn-Jonen in der Lösung, es findet darum eine Ausscheidung von Zn++ auf der Elektrode statt, bis deren Konzentration im Wasser wieder die gleiche maximale geworden ist wie vor dem Salzzusatz. Die Potentialdifferenz ist jetzt natürlich verringert und setzen wir etwa so viel Salz zum Wasser, dass gerade ebenso viel Zn++ aus den eingeführten Salzmolekülen abdissoziiert, als vorher von der Elektrode in Lösung gegangen ist, so wird nun die Potentialdifferenz sogar gleich Null, da der ganze Ueberschuss sich auf der Elektrode absetzt, sodass in der Lösung ebenso viele Zn-Kationen zurückbleiben wie SO_4-Anionen da sind, und deren elektrostatische Ladungen heben sich gegenseitig auf.

Ich komme nun zu einem zweiten Fall: Besteht die Elektrode aus Platin (dessen elektrolytischer Lösungsdruck außerordentlich gering ist) und fügen wir zum Wasser wiederum $ZnSO_4$ hinzu, so werden sich einige Zn-Jonen auf der Platinelektrode niederschlagen, bis sich ein Gleichgewichtszustand hergestellt hat, in dem ebenso viele Jonen in Lösung gehen wie sich abscheiden; die Elektrode lädt sich positiv — wird also zur Kathode — die Lösung negativ. Den Gleichgewichtszustand können wir nun, statt wie vorher durch Zufuhr von weiteren Zn-Jonen in Form von Zn-Salz, auch dadurch stören, dass wir einen elektrischen Strom durch die Lösung auf die Elektrode zu leiten. Ist die elektromotorische Kraft des Stromes gering, so werden sich einige weitere Zn-Jonen auf der Oberfläche der Platinkathode abscheiden: dadurch wächst hier deren Konzentration, und es werden entsprechend mehr in Lösung gehen; es stellt sich also ein neuer Gleichgewichtszustand her, in denen die in entgegengesetzten Richtungen wandernden Zn-Mengen vermehrt sind. Steigern wir nun allmählich und stufenweise die elektromotorische Kraft des Stromes, so stellt sich immer von Neuem ein Gleichgewichtszustand her, bis schließlich die Konzentration an Zn auf der Platinelektrode maximal ist, d. h. bis sich

Digitized by Google

eine vollständige molekulare Schicht von Zn auf dem Platin abgesetzt hat. Sobald die elektromotorische Kraft des Stromes nun noch etwas gesteigert wird, dann überwiegt andauernd die Ausscheidung der Jonen die Ablösung von der Elektrode, erst jetzt findet eine ununterbrochene Ablagerung von Zn auf dem Platin statt, erst jetzt kommt es zur Elektrolyse, und diese macht sich augenfällig bemerkbar dadurch, dass die Nadel eines in dem Stromkreis eingeschalteten Galvanometers eine konstante, der Stromintensität entsprechende Ablenkung annimmt. Die elektromotorische Kraft, bei der die Elektrolyse eintritt, bezeichnet man als Zersetzungsspannung; diese ist charakteristisch für jede Jonenart. Leitet man also durch eine Lösung mehrerer Salze einen elektrischen Strom und schaltet in den Kreis ein Galvanometer ein, so zeigt bei allmählicher Steigerung der Spannung jeder Ausschlag der Nadel die Ausscheidung einer neuen Jonenart an.

Auf diese Bestimmungsmethode der Zersetzungsspannungen basierte von Zeynek seine Untersuchung über den elektrischen Geschmack. Er leitete einen elektrischen Strom durch die Zunge, variierte dessen elektromotorische Kraft, beobachtete die Bewegungen einer Galvanometernadel und fand, dass jeder Ausschlag dieser von einer Aenderung in der Art der elektrischen Geschmacksempfindung gefolgt war. Dass die Ausschläge und die Angaben über Aenderung des Geschmacks zeitlich nicht genau zusammenfielen, erklärt sich hinreichend aus der Annahme, dass die Jonen immer erst über eine gewisse Schwellenkonzentration hinaus ausgeschieden sein müssen, ehe sie als Reiz auf die nervösen Endorgane wirken können. Da weiter im Speichel eine ganze Reihe von Jonen enthalten ist, so ließ sich nicht mit Bestimmtheit angeben, welche Jonenart einer bestimmten Veränderung des Geschmacks entsprach; es gelang nur der prinzipielle Nachweis, dass der elektrische Geschmack ein Jonengeschmack ist.

Die mitgeteilten Untersuchungen erweitern unsere Kenntnis von der Physiologie des Geschmackssinnes insofern, als sie beweisen, dass erstens nicht nur die einfachen Moleküle schmecken, sondern auch elektrisch geladene Spaltungsprodukte von Molekülen, und dass zweitens manche der elektrisch geladenen Teilchen, die materiell von einander verschieden, dagegen durch die gleiche negative Ladung physikalisch einander ähnlich sind, dieselbe Geschmacksempfindung auslösen können. Höber und Kiesow haben sich vorläufig damit begnügt, den Jonengeschmack einiger Elektrolyte zu konstatieren: es wurde nicht der bestimmte Nachweis erbracht, dass auch die in der Lösung undissoziiert bleibenden Moleküle schmecken. Das ist aber sehr wahrscheinlich, schon in Anbetracht der Zahl der Komponenten, aus dem sich, wie gesagt, der Totalgeschmack einer Elektrolytlösung zusammensetzt. Worauf nun die Schmeckfähigkeit mancher Moleküle beruht — und wie Moleküle verhalten sich auch die Jonen in vielen Eigenschaften, z. B. in der Art ihrer Einwirkung auf osmotischen Druck, Gefrierpunkt, Siedepunkt, Massenwirkung —, das ist sehr schwer zu sagen. Nimmt man an, dass sich eine chemische Reaktion zwischen Schmeckstoff und Sinnesorgan (im weitesten Sinne) abspielt, so wird es u. A. erklärlich, warum die optischen Antipoden einer Verbindung, wie das *r*- und *l*-Asparagin, verschieden schmecken; denn solche bloß sterisch verschiedenen Körper geben mit einem und demselben optisch aktiven Körper Verbindungen von ganz verschiedenen Eigenschaften, und

Digitized by Google

optisch aktive Körper, mit denen sie reagieren könnten, kommen ja genug im Organismus vor: drehen ja doch alle echten Eiweißkörper die Polarisationsebene. Nimmt man aber an, dass ein mechanischer Vorgang, etwa eine für gleich schmeckende Moleküle charakteristische Wellenbewegung, wie jüngst Sternberg erörterte, das Wesentliche ist, so ließe sich wohl leichter erklären, warum manche nicht dissoziierte Moleküle, wie etwa das Dulcamarin, das Rhinantin, die Rhamnose, zugleich bitter und süß schmecken, und warum die verschiedenen von Höber und Kiesow geprüften Anionen alle salzig schmecken. Indessen sind auch die gerade umgekehrten Erklärungsweisen immer möglich, und wir müssen einstweilen sagen, dass wir über die nächsten Beziehungen zwischen den Schmeckstoffen und den Schmeckorganen noch gar nichts Sicheres wissen. [51]

R. Höber (Zürich).

Robert Wiedersheim, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere.

Für Studierende bearbeitet. Vierte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 1 lithographischen Tafel und 361 Textabbildungen in 675 Einzeldarstellungen. Gr. 8. XXIII u. 559 Seiten. Jena, Gustav Fischer, 1898.

Wiedersheim's Grundriss hat sich so sehr eingebürgert, dass es nur eines kurzen Hinweises auf diese neueste Auflage des beliebten Werkes bedürfen wird. Durchweg neu bearbeitet und durch praktische Neuerungen übersichtlicher gestaltet, bietet es dem Studierenden eine kritisch gesichtete Darstellung des jetzigen Bestandes der Wissenschaft, dem mit dem Gebiet schon Vertrauten ein handliches Nachschlagebuch. Seine Brauchbarkeit wird erhöht durch die Beigabe eines alphabetisch geordneten Verzeichnisses aller im Text vorkommenden Tiernamen nebst kurzer Erklärung desselben, eines 112 Seiten umfassenden Litteraturverzeichnisses und durch ein gutes Sachregister. Zahlreiche Fußnoten enthalten Hinweise auf alles, was in den Text nicht aufgenommen werden konnte. P. [68]

Berichtigungen zu dem Aufsatz von Prof. Lavdowsky und Dr. Tschutkin in Nr. 12:

S. 414 Z. 17 (von oben):

Statt:	Soll:
in den unbebrüteten Eiern während der Anfangsstunden der Bebrütung.	in den unbebrüteten Eiern *oder auch* während der . . . etc.

S. 421 Z. 6 (von oben):

die Nuklein-Chromatinkugeln die Elemente des weißen Dotters	die Nuklein-Chromatinkugeln *der* Elemente des weißen Dotters

---

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiolog. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. August 1899.** **Nr. 15.**

Inhalt: **Mazzarelli**, Note sulla Morfologia dei Gasteropodi Tectibranchi. — **Thilo**, Sperrvorrichtungen im Tierreiche. — **Beer, Bethe** und **Uexküll**, Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems. — **Arnhart**, Objektive Psychologie. — **Hermann**, Leitfaden für das physiologische Praktikum. — **Lehmann**, Compendium der organischen Chemie. — **Braun**, In eigener Sache. — 71. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München vom 17.—25. September 1899.

Note sulla Morfologia dei Gasteropodi Tectibranchi

Dott. G. **Mazzarelli**,

Privatodocente di Zoologia e di Anatomia comparata nella R. Università di Napoli.

I. Regressione della conchiglia.

Uno dei fatti caratteristici della organizzazione dei Tectibranchi è la regressione della conchiglia, la quale, notevolmente sviluppata in alcune forme (es. *Actaeon*, *Scaphander*), scompare totalmente in altre (es. *Pleurobranchaea*), e trovasi sempre più o meno ridotta in tutte le altre.

Il von Ihering, seguendo le sue note teorie sulla filogenia dei Molluschi [2 e 3], aveva sostenuto che lo sviluppo della conchiglia dei Tectibranchi doveva considerarsi come progressivo [3], in quantocchè questi Gasteropodi deriverebbero dai Nudibranchi, sempre, come *Pleurobranchaea*, privi di conchiglia, e in essi poi, gradatamente, questa sarebbe apparsa, e, poco sviluppata ancora ed interna in forme come *Pleurobranchus*, *Oscanius*, *Aplysia*, ovvero esterna, come in *Umbrella*, finiva col diventare bene sviluppata in *Bulla*, *Scaphander* ed *Actaeon*.

Le mie ricerche sullo sviluppo postlarvale della conchiglia di *Aplysia* [6 e 7], pubblicate otto anni or sono (e non ricordate nè dal Gilchrist [1], nè dal Pelseneer [8]) dimostrarono invece:

a) che la conchiglia nei più piccoli esemplari raccolti, che avevano già la *facies* dell' adulto, è, relativamente, molto più grande che nell' adulto stesso;

b) che essa presenta due giri e mezzo di spira (fig. 1);

Digitized by Google

c) che in questa spira s' immette una porzione della massa viscerale.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

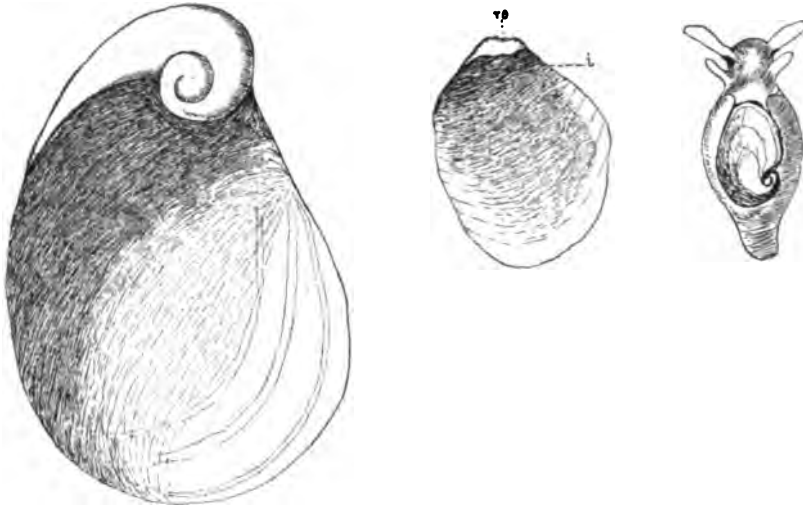


Fig. 1. Conchiglia di un piccolo di *Aplysia punctata*. Cuv. della lunghezza di mm 5 (× 40).

Fig. 2. Conchiglia dell' *A. punctata* (adulto): *ro* rostro; *i* incisura (gr. naturale).

Fig. 3. Piccolo di *A. punctata*.

In prosiegno di sviluppo questa conchiglia si va sempre riducendo, sino a diventare nell' adulto, comparativamente alla massa dell' animale, molto più piccola che negli stadi postlarvali, e a perdere del tutto i giri della spira, di cui non resta che un semplice rudimento, noto in Conchiologia col nome di *rostro*, nel quale, naturalmente, non può più immettersi parte alcuna della massa viscerale (fig. 2).

Inoltre, nei piccoli di *Aplysia* la conchiglia è interamente scoperta e più ricca di sali calcarei che non nell' adulto. Diguisacchè l'aspetto di un piccolo di *Aplysia*, con la conchiglia scoperta, molto grande, e, relativamente, robusta, è notevolmente differente da quello di un adulto della stessa specie (fig. 3).

A questo fatto devonsi numerosi errori di diagnosi specifica e un non piccolo numero di cosi dette „specie nuove“ [1].

Mentre la conchiglia si va riducendo, i margini del mantello, arrovesciandosi dorsalmente, cominciano gradatamente ad abbracciarla, fino a chiuderla più o meno completamente nel sacco cocleare.

Lo sviluppo postlarvale della conchiglia di *Aplysia* mostra dunque chiaramente, contro v. Ihering, che, come io ho sostenuto, la con-

1) Cosi per esempio: *l'Aplysia Ferussaci* del Rang e *l'A. virescens* del Risso sono piccoli di *A. punctata*, come *l'A. unicolor* del Blainville è un piccolo di *A. depilans* (confr. 7 p. 20).

Digitized by Google

chiglia dei Tectibranchi è in via di regresso. È questo certamente un fatto molto importante, sul quale, recentemente, ha assai giustamente insistito il Pelseneer [8].

Letteratura.

[1] J. D. F. Gilchrist, Beiträge zur Kenntnis der Anordnung, Correlation und Funktion der Mantelorgane der Tectibranchiata. Inaug.-Dissert. Jena 1894.

[2] H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.

[5] Idem. Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes, in: Bull. Scient. d. la France et de la Belg., T. XXIII, 1891.

[6] G. Mazzarelli, Sullo sviluppo postlarvale della conchiglia nei Tectibranchi, in: Bull. Soc. Nat. Napoli, Vol. V, 1891.

[7] Idem. Monografia delle *Aplysiidae* del Golfo di Napoli, in: Mem. Soc. it. Sc. detta dei XL (3), Vol. IX, 1893.

[8] P. Pelseneer, Recherches sur divers Opisthobranches, in: Mem. cour. et mém. d. sav. étran. Acad. R. d. Sc. d. la Belg., T. 41, 1894.

II. Glandula del Bohadsch.

Sin dal 1890 pubblicai delle ricerche [3 e 4] su questa glandula, che trovasi particolarmente specializzata nelle Aplisie („corpo in forma di grappolo" del Cuvier), la quale corrisponde evidentemente ad una porzione della grande glandula ipobranchiale di *Actaeon* e *Lobiger*. Eppure il Gilchrist mostra d'ignorare assolutamente l'esistenza del mio lavoro, quantunque egli citi la mia Monografia [6], in cui i miei risultati in proposito sono riassunti, e in cui è, naturalmente, citato il lavoro stesso. Egli descrive la conformazione di questa glandula nelle tre comuni specie di *Aplysia* (pag. 13, 21, 26), non facendo altro che ripetere le mie precedente osservazioni. Egli, tra le altre cose, fa notare che la glandula del Bohadsch della *Siphonota* (*Aplysia*) *limacina* è fortemente specializzata, cosa conosciuta fin dal Cuvier, quando io, avevo gia fatto osservare che, in conseguenza appunto di questa forte specializzazione, essa è innervata da un particolare ramoscello nervoso di origine pedale, che manca nelle altre specie [4]. E il Gilchrist dimentica, a questo proposito, che nella mia Monografia io ho dato un' interpetrazione morfologica della glandula del Bohadsch della *Siphonota*, considerandola come omologa ad un' unica vescicola glandulare primitiva, dal cui lungo condotto escretore epiteliale si siano differenziate nuove vescicole glandulari.

Così pure il Gilchrist dimentica che l'innervazione interamente pedale della glandula dal Bohadsch fu da me dimostrata sin dal gennaio 1890 contro il Vayssière che l'aveva descritta come viscerale, e dicendo che la glandula stessa „wird von der Aorta aus durch ein Gefäß mit Blut wohl versehen" (pag. 21), dimentica del pari che io avevo seguito minutamente il modo di comportarsi di questo vaso in

sei specie di *Aplysia*, tre di *Dolabella* [1]), una di *Aplysiella* e una di *Notarchus*, riportando nella mia memoria completa ben undici figure sull' argomento.

In ultimo farò notare che quando egli dice a pag. 22 che „die größeren Drüsenzellen des Mantels und der Hypobranchialdrüse sind nur stark differenzierte Becherzellen", non fa che ripetére, con non molta esattezza, quanto io avevo già scritto più di quattro anni prima. Infatto in quell' epoca a pag. 16 del mio lavoro [5] io scrivevo quanto segue:

„È senza dubbio evidente che le cellule odorifere e cromatogene „sia del Mantello che della glandola del Bohadsch per „origine possono riferirsi alle cellule mucose, le cosi dette cellule „caliciformi (Becherzellen) studiate per la prima volta dal Gray. . . . „Esse non sono altro infatti che delle formazioni analoghe, di origine „parimente ectodermica . . ., le quali però si sono enormemente svilup- „pate, rivestendosi di un involucro mesodermico, e il cui protoplasma, „specialmente differenziato, può segregare anche sostanze colo- „rate o odorifere. È chiaro poi che le cellule mucose gigantesche, „che hanno grande importanza nella costituzione della glandula del „Bohadsch, non sono altro che le medesime piccole cellule „mucose caliciformi (Becherzellen), ulteriormente svilup- „pate, e che hanno acquistato anch' esse un involucro mesodermico".

Letteratura.

[1] J. D. F. Gilchrist, Beiträge zur Kenntnis der Anordnung, Correlation und Funktion der Mantelorgane der Tectibranchiata. Inaug.-Dissert Jena 1894.

[2] Idem. The Pallial Complex of *Dolabella*, in: Proceed. R. Soc. Edin., Vol. XX, 1894.

[3] G Mazzarelli, Intorno alle secrezioni della glandola opalina e di quelle dell' opercolo branchiale nelle Aplisie del Golfo di Napoli, in: Zool. Anz., 1889.

[4] Idem. Ricerche sulla glandola del Bohadsch nelle *Aplysiidae* (glandola opalina del Vayssière), in: Boll. Soc. Nat. Nap., vol. IV, 1890.

[5] Idem. Ricerche sulla Morfologia e Fisiologia della glandula del Bohadsch nelle *Aplysiidae*, in: Mem. R. Accad. Sc. Nap. (2), vol. IV, 1890.

[6] Idem. Monografia delle *Aplysiidae* del Golfo di Napoli, 1893.

[7] G. Mazzarelli e R. Zuccardi, Sulle *Aplysiidae* raccolte dal tenente di vascello G. Chierchia nel viaggio della „Vettor Pisani", in: Mem. Soc. it. d. Sc. detta dei XL (3), vol. VIII, 1890.

[8] A. Vayssière, Recherches anatomiques et zoologique sur les Mollusques Opisthobranches du Golfe de Marseille. I. Tectibranches, in: Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille Zool., t. II, 1885.

1) Quanto il Gilchrist riferisce sulla conformazione della glandula del Bohadsch delle Dolabelle era stato già descritto precedentemente dal Zuccardi e da me [7], e successivamente, con maggiore accuratezza, da me solo [4 e 5].

Digitized by Google

III. Morfologia del rene.

Sulla morfologia del rene dei Tectibranchi, non si avevano, prima delle mie ricerche, se non idee vaghe, dovute al Cunningham [2], che aveva dimostrato nelle Aplisie che la così detta „glandola della porpora" del Cuvier era invece il rene, del quale però egli descriveva con poca esattezza la posizione dell' orifizio escretore, e al Vayssière, che aveva studiato, sommariamente e superficialmente il rene delle Bulle [18].

Dalle mie ricerche risulta invece quanto segue:

1. Nei Tectibranchi, al pari che nei Nudibranchi, esistono, successivamente, due reni: l'uno pari, primitivo (Urniere), l'altro impari, secondario e definitivo.

2. I reni pari, primitivi, descritti dal Trinchese nelle larve dei Nudibranchi sotto il nome di „nefrocisti" [17], sono dei sacchetti completamente chiusi, non comunicanti nè con l'interno nè con l'esterno, contenenti cristalli e concrezioni, e situati alla base del velo. Si scorgono molto bene nelle larve di *Aplysia punctata* (fig. 4);

Fig. 4.

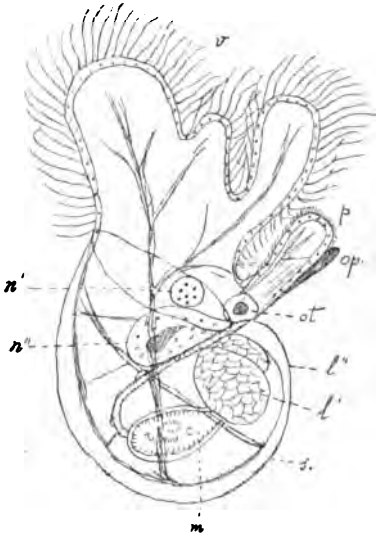


Fig. 4. Larva libera vivente di *Aplysia punctata*, Cuv. (× 480):

n' = nefrocisti;
n'' = rene secondario;
m = stomaco;
s = conchiglia;
l' = lobo sinistro del fegato;
l'' = lobo destro del fegato;
ot = otocisti;
op = opercolo;
p = podium;
a = velum.

3. Il rene impari, definitivo, è in principio pari e rappresentato (*Aplysia*) da due grosse cellule, situate simmetricamente al polo aborale dell' embrione. Quando questo subisce il processo della torsione, la cellula di destra viene gradatamente portata a sinistra del retto e dell' ano della larva, mentre la cellula di sinistra, che vien gradatamente portata a destra, si unisce ad essa, ed entrambe si moltiplicano, dando luogo ad un piccolo numero di cellule (*Aplysia*, *Philine*), che lasciano in mezzo libera una cavità (cavità renale), la quale si mette in comunicazione con l'esterno mediante una lieve introflessione

dell' ectoderma (poro renale), ed in comunicazione col pericardio, che si è intanto formato accanto (*Philine*, *Pleurobranchaea*), mediante una lieve estroflessione delle pareti renali stessa (condotto reno-pericardico). Questo rene[1]) è quello stesso che, noto sin dal Lovèn (1844), fu considerato pel pigmento sovente contenuto, non nelle sue cellule, ma nel connettivo che le involge, come un „occhio anale" dal Lacaze-Duthiers e dal Pruvot [9].

4. Il rene dei Tectibranchi deve dunque tipicamente considerarsi come una sorta di sacco, più o meno ampio, in comunicazione da un lato con la cavità celomatica (pericardio), e dall' altro con l'esterno. La comunicazione reno-pericardica, come nei Prosobranchi, viene stabilita da un condotto vibratile più o meno lungo, da me osservato nell' *Aplysia* [e fatto osservare al von Erlanger[2])], e successivamente poi nella maggior parte dei Tectibranchi del Golfo [13] e nel *Lobiger*. La comunicazione con l'esterno ha luogo mediante un semplice poro.

Fig. 5.

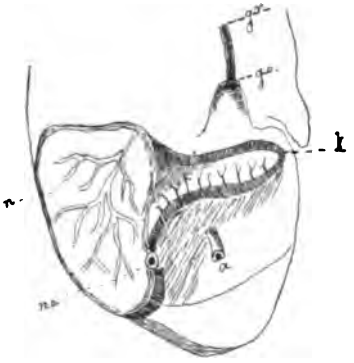


Fig. 6.

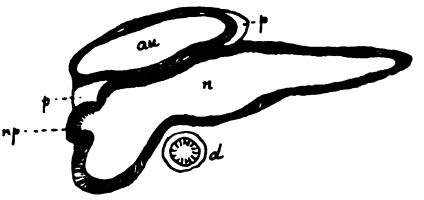


Fig. 5. Rapporti del poro renale e dell' ano nello *Scaphander lignarius*: *n* = rene; *no* = poro renale; *a* = ano; *k* = branchia; *g.o* = orifizio genitale; *gr* = doccia genitale.

Fig. 6. Sezione trasversale del rene, del pericardio e del cuore di *Pelta coronata*. Quatr. (× 140): *p* = pericardio; *np* = sbocca del condotto reno-pericardico nella cavità renale; *d* = intestino retto; *n* = rene; *au* = orecchietta del cuore.

5. La condizione più primitiva del rene dei Tectibranchi trovasi nelle *Peltidae*, nelle quali appunto il rene conserva tuttora la forma di un sacco (fig. 6): in tutti gli altri la parete interna del sacco renale si solleva in pliche, dividendo la primitiva cavità renale in numerosi lobi e concamerazioni secondarie.

1) Vedi la nota pubblicata da me l'anno scorso in questo giornale [14].

2) Vedi v. Erlanger [3] pag. 31: „I have seen the same structure (condotto reno-pericardio) in *Paludina*, *Bythinia*, and *Aplysia* in Tignor Mazzarelli's series of sections".

Digitized by Google

6. Il renè è situato a sinistra del retto, e il suo orifizio escretorio trovasi a sinistra dell' ano (fig. 5). Quest' orifizio può però, come nell' *Umbrella* e nel *Gastropteron*, trovarsi accezionalmente a destra dell' ano: ma ciò non pare abbia valore morfologico, perchè il rene è situato a sinistra. Nella *Pelta* invece il rene è situato a destra del retto e sbocca a destra dell' ano, e ciò probabilmente perchè in questo tectibranchio si è manifestato più che in ogni altro il processo della „detorsione", pel quale nel suo sviluppo l'animale ha rifatto in senso inverso il cammino della torsione. Allora il rene che prima della torsione trovavasi a destra del retto (come s'è visto sopra), e in seguito alla torsione era passato a sinistra del medesimo, ritorna di nuovo a destra [12 e 13].

7. L'unico rene che trovasi nei Tectibranchi, sia per i suoi rapporti anatomici dell' adulto, e soprattutto pel suo condotto reno-pericardico, sia per i suoi rapporti embriologici, appare chiaramente come corrispondente al rene sinistro (destro prima della torsione) dei Gasteropodi forniti di due reni (Diotocardi), e ciò contrariamente a quanto aveva sostenuto R. Perrier [16], e concordemente a quanto ha potuto, contemporanemente alle mie osservazioni, dimostrare il v. Erlanger per il rene dei Prosobranchi [3].

8. Il sacculo descritto dal Bourne nel *Pleurobranchus* [1], e osservato poi da me in tutte le *Pleurobranchidae* [13], come pure quello descritto dal Köhler nel *Gastropteron* [8], non può esser considerato come rappresentante del secondo rene dei Diotocardi (rene destro) perchè, come s'è visto, nello sviluppo gli elementi del rene destro si uniscono a quelli del rene sinistro [11 e 14].

Le mie idee sulla Morfologia del rene dei Tectibranchi, esposte in varie pubblicazioni dal 1892 al 1898, sono state accolte del tutto, e sostenute, da R. von Erlanger [1]) e da H. Fischer [6].

Letteratura.

[1] A. G. Bourne, On the supposed Communication of the vascular System with the Exterior in *Pleurobranchus*, in: Quart. Journ. micr. Sc., vol. XXV n. S., 1885.

[2] J. T. Cunningham, Note on the structure and rapports of kidney in *Aplysia*, in: Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. IV, 1883.

[3] R. von Erlanger, On the paired Nephridia of Prosobranchs, ecc, in: Quart. Journ. micr. Sc., Vol. XXXIII, 1892.

[4] Idem. Études sur le developpment des Gastéropodes pulmonés, in: Arch. Biol., t. XIV, 1895.

[5] Idem. Zusätze zu meiner Uebersicht die sogenannten Urnieren der Gasteropoden, in: Biol. Centralbl., Bd. XVIII, 1898.

1) L'ultimo lavoro del v. Erlanger [5] contiene un' ampia ed accurata esposizione delle mie idee sulla morfologia del rene degli Opistobranchi, che sono dal compianto Autore validamente sostenute.

Digitized by Google

[6] H. Fischer, Sur quelques travaux récents relatifs à la Morphologie des Mollusques univalves, in: Journ. d. Conchyl., Vol. XLI, 1893

[7] J. D. F. Gilchrist, Beiträge zur Kenntnis der Anordnung, Correlation und Funktion der Mantelorgane der Tectibranchiata. Inaug.-Dissert., Jena 1894.

[8] Aug. Köhler, Ueber Gattung *Siphonaria*, in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont., Bd. VII, 1893.

[9] H. de Lacaze-Duthiers et G. Pruvot, Sur un oeil anal larvaire des Gastéropodes Opisthobranches, in: C. R. Acad. Sc. Paris, t. CV, 1887.

[10] G. Mazzarelli, Intorno al preteso occhio anale delle larve degli Opistobranchi, in: Rend. R. Accad. Linc. Roma [3], vol I, 1892.

[11] Idem. Monografia delle *Aplysiidae* del Golfo di Napoli. Napoli 1893.

[12] Idem. Ricerche sulle *Peltidae* del Golfo di Napoli, in: Mem. R. Accad. Sc. Napoli [2], vol. VI, 1893.

[13] Idem. Intorno al rene dei Tectibranchi, in: Mon. zool. it., 1894.

[14] Idem. Intorno al rene secondario delle larve degli Opistobranchi, in: Boll. Soc. Nat. Napoli, vol. IX, 1895.

[15] Idem. Bemerkungen über die Analniere der freilebenden Larven der Opisthobranchier, in: Biol. Centralbl., Bd. XVIII, 1898.

[16] R. Perrier, Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes prosobranches, in: Ann. Sc. Nat. Zool., t. VIII [7], 1887.

[17] S. Trinchese, *Aeolididae* e famiglie affini del Porto di Genova. Roma 1880.

[18] A. Vayssière, Recherches anatomiques sur les Mollusques de la famille des Bullidés, in: Ann. Sc. Nat. Zool., t. IX [6], 1880. [57]

(Zweites Stück folgt.)

Sperrvorrichtungen im Tierreiche.

Von Dr. med. **Otto Thilo** in Riga.

Sperrvorrichtungen werden von dem Techniker überall dort angebracht, wo es erforderlich ist, einen beweglichen Maschinenteil dauernd festzustellen. Ich erinnere hier nur an die Sperrklinken der Ankerwinden auf den Schiffen, oder an die Hemmschuhe der Wagenräder, welche den Pferden das Zurückhalten des Wagens beim Bergabfahren erleichtern und so dazu dienen die Kräfte der Pferde zu sparen.

Wir sehen also, ein Hauptzweck aller Sperrvorrichtungen ist, Kraft zu sparen. Genau demselben Zwecke dienen auch die Sperrvorrichtungen in der Tierwelt.

Ueberall dort, wo es erforderlich ist, einen Körperteil dauernd in einer und derselben Stellung zu erhalten, finden wir das Bestreben, diese Arbeit den Muskeln durch Sperrvorrichtungen abzunehmen.

Wenn z. B. in einem elastischen Rohre durch Muskelkraft der Durchtritt von Flüssigkeiten verhindert werden soll, so geschieht dieses, indem die Muskeln, das Rohr ringförmig umschließend, sich zusammenziehen, so etwa, wie man mit einer Schnur einen Gummischlauch abbindet. Sehr bald jedoch müssen die Muskeln ermüden, wenn der Schluss ununterbrochen fortdauert. Daher findet man denn auch häufig in derartigen Fällen, an Stelle des Muskelschlusses, einen selbstthätigen Verschluss, d. i.

eine Sperrvorrichtung. Eins der besten Beispiele hierfür sind wohl jene ventilartigen Sperrvorrichtungen am Herzen, welche den Namen Herzklappen führen.

In der frühesten Jugend fehlen selbst den höheren Tierarten die Herzklappen, da das Herz im Stande ist, den Blutkreislauf ausschließlich durch Muskelkräfte ohne Ventile zu bewirken. Mit zunehmendem Alter jedoch werden die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Herzmuskeln immer größer und daher wird ihnen ein Teil ihrer Arbeit durch Sperrvorrichtungen, d. i. durch die Herzklappen abgenommen, die sich aus Falten der Gefäßwandungen entwickeln und allmählich zu taschenförmigen Ventilen auswachsen. Sie verhindern ohne jegliche Muskelanstrengung den Rückstrom des Blutes. Denselben Zweck haben auch jene Klappen, welche in den Saugadern oft so sehr zahlreich vorkommen.

Die Saugadern sind dünnwandig und besitzen nicht jene stark entwickelte Muskulatur, mit deren Hilfe die Schlagadern den Blutkreislauf befördern.

Sie bedürfen aber auch nicht dieser Muskulatur, denn sehr zahlreiche Klappen verhindern den Rückstrom des Blutes. Wir sehen also, dass beim schwachen Strome und geringem Drucke des Venenblutes zahlreiche Klappen erforderlich sind, um den Rückstrom des Blutes und Blutstauungen zu verhindern. Hieraus erklärt sich wohl auch die Thatsache, dass an den Herzen vieler Fischarten die Klappen so zahlreich sind. Man findet z. B. bei einigen Knorpelfischen gegen zwanzig Herzklappen (vergl. Wiedersheim, Lehrb. der vergl. Anatomie, S. 693).

Diese große Anzahl von Klappen ist gewiss sehr auffallend, wenn man erwägt, dass an den Schlagadern des menschlichen Herzens nur drei Klappen vorkommen, welche freilich vortrefflich schließen.

Da nach dem Untersuchen von Grützner[1]) der Blutdruck in den Adern der Fische ein sehr geringer ist, so kann man wohl annehmen, dass der schwache Druck unvollständig die Klappen schließt und daher eine größere Anzahl von Klappen erforderlich ist, um den Rückstrom des Blutes zu verhüten.

Wir sehen also, der schnelle und sichere Klappenschluss ist unmittelbar von der Stärke des Blutdruckes abhängig.

Da die Zahl der Klappen bei den Fischen in hohem Grade schwankt (Wels: 2 Klappen, Hai: 9 Klappen, *Polypterus* gegen 20 Klappen), so wären umfassende Blutdruckbestimmungen an Fischen sehr erwünscht. Solche vergleichend-physiologische Untersuchungen würden vielleicht mit einem Schlage Verhältnisse verständlich machen, die bisher vollständig unklar waren. Wir haben also gesehen, dass die Herzklappen durch den Druck des Blutes geschlossen werden.

An den Pumpen ist man bemüht zu verhüten, dass der Wasserdruck die Klappen schließt. Man sucht darnach den Schluss durch Gewichte oder Federn zu bewirken, um ein „stoßfreies Schießen" der Klappen zu erreichen; denn hiedurch wird 1. Kraft gespart, 2. die Abnutzung des Materiales herabgesetzt.

Im Tierkörper spielt wohl das Sparen von Material keine so große Rolle, wie im Betriebe des Technikers, der stets beim Reparieren seiner

1) Vergl. Sitzungsberichte der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Frankfurt a. M., 1896, Zool. Abteil.

Digitized by Google

Maschinen Betriebsstörungen erleidet, während die Mechanismen der Tiere ohne Betriebsstörungen während der Arbeit sich fortlaufend erneuern. Diese Betriebsstörungen veranlassen wohl auch den Techniker ein möglichst widerstandsfähiges Material für seine Pumpenventile zu wählen. Er fertigt sie meist aus Metall an, obgleich es gewiss viel leichter und billiger ist, aus Leder oder Kautschuck gutschließende Ventile herzustellen. Mir gelang es ohne Schwierigkeiten aus einem Stücke Darm Klappen herzustellen, die ebensogut schlossen wie Herzklappen [1]). Ich fügte ein Stück Darm in ein starres Rohr. Aus Falten des Darmstückes bildete ich mit Hilfe von Nähten drei Taschenventile nach Art der Herzklappen. In der Mitte des freien Randes eines jeden Taschenventiles bildete ich, gleichfalls durch Vernähen, ein kleines Knötchen, ähnlich den Knötchen der Herzklappen (noduli Arantii). Die Knötchen waren durchaus erforderlich, um ein schnelles Abspülen der Klappen von den Wandungen des Rohres zu ermöglichen und so einen schnellen Klappenschluss zu bewirken. Klappen ohne Knötchen legten sich häufig der Rohrwand an, und schlossen dann entweder garnicht oder erst sehr allmählich.

Meine Versuche bewiesen mir also, dass die Knötchen der Taschenventile des Herzens für den Klappenschluss ebenso wichtig sind, wie jene Anhängsel und Zipfel, die uns das Schließen und Oeffnen unserer Futterale und Taschen so sehr erleichtern. Ich führe diesen Zweck der Knötchen in den Herzklappen ausdrücklich hier an, weil ich in der Litteratur keine Angaben über diesen Zweck der Knötchen auffinden konnte. Wir sehen also, dass wir die Herzklappen als Sperrvorrichtungen für Flüssigkeiten bezeichnen müssen. Man findet aber im Tierreiche auch **Gesperre für luftförmige Körper** z. B. an jenen eigentümlichen Kugelfischen (*Tetrodon*), welche sich ballonartig aufblähen können. Ich fand am Ausgang des Magens (Pförtner) eine ringförmige Darmklappe, welche wohl den Zweck hat, zu verhüten, dass Luft in den Darm dringt. Auch die Schwimmblasen vieler Fische zeigen Luftgesperre. Es gelang mir Luft in die Schwimmblase eines Lachses, Hechtes und Welses vom Darm aus zu blasen, wenn ich den Darm oberhalb und unterhalb der Einmündung des Luftganges der Schwimmblase unterband. Bließ ich durch ein eingebundenes Rohr Luft in den Darm, so füllte sich die Schwimmblase. Die eingedrungene Luft konnte jedoch nicht wieder entweichen. Erst, wenn ich ein dünnes Rohr durch den Luftgang in die Schwimmblase schob, konnte ich die Luft entleeren.

Doch ich gedenke an einem andern Ort eingehender die Luftgesperre zu besprechen und wende mich zur Betrachtung der

Gesperre für starre Körper.

Man findet sie am Knochengerüste einiger Fische. Sie haben den Zweck einen Fisch zu befähigen, dauernd seine Stacheln ohne Muskelanstrengung aufrecht zu erhalten. Diesen Zweck, Kraft zu sparen, erfüllen sie vortrefflich; denn man findet häufiger tote Fische mit aufgerichteten Stacheln, welche man nur niederlegen kann, wenn man seine Sperrvorrichtungen zu lösen versteht. Ganz besonders hoch entwickelt sind

1) Vergl. Korrespondenzblatt der naturf. Gesellschaft zu Riga, 1895.

Digitized by Google

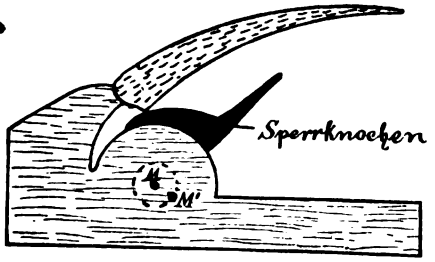
die Gesperre am Stachel des Einhornes *(Monacanthus).*

Diese Vorrichtung erinnert lebhaft an einige Gesperre, welche in der Technik eine so große Verwendung finden.

Schon Reuleaux ist diese große Aehnlichkeit aufgefallen und er sagt in seinem Konstrukteur (1895): „Es möge bemerkt werden, dass „Reibungsgesperre auch in der Natur vorkommen. Mehrere Fische stellen „mittels dreiteiliger Gesperre gewisse Knochengebilde (Stacheln) aufrecht „fest und können sie auch niederlegen. S. u. a. O. Thilo, Die Sperr-„gelenke einiger Welse etc. Dorpat 1879".

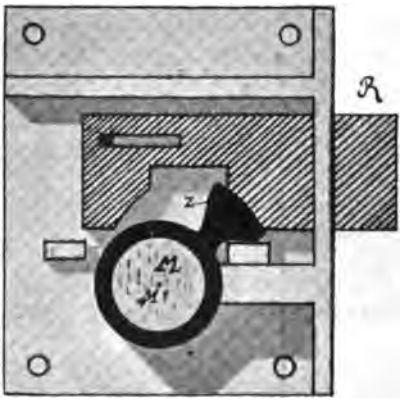
Die bekannten Dobo'schen Klemmgesperre und die amerikanischen Yaleschlösser enthalten Sperrvorrichtungen, wie wir sie an dem Rückenstachel des Einhornes wiederfinden.

Fig. 1.



Einhorn.

Fig. 2.



Yaleschloss (Schema).

Das Einhorn lebt in den Korallenriffen des roten Meeres; in seiner Gestalt erinnert es an den auf Fig. 10 dargestellten Fisch *Triacanthus* (Dreistachel).

Die arabischen Fischerknaben kennen das Einhorn sehr gut, sie haben es oft erfahren, dass dieser Fisch sich in ein Felsloch flüchtet und mit seinem Kopfstachel sich gegen die Decke des Loches stützt. Infolge dessen können sie ihn nur dann aus seinem Loche hervorziehen, wenn sie den Rückenstachel niederlegen. Das gelingt aber nur, wenn man den zweiten kleinen Strahl hinter dem Rückenstachel niederdrückt, wie den Drücker an einem Flintenschloss. Auf Fig. 1 ist dieser zweite Strahl als Sperrknochen bezeichnet, und man erkennt leicht, dass er vollständig der Zuhaltung am Yaleschlosse (Fig. 2, z) entspricht, welche das Zurückschieben des Riegels (Fig. 2, R) verhindert.

„Die „Sperrfläche" der Zuhaltung Z zeigt die Krümmung eines Kreises, während die Sperrfläche des Sperrknochens die Krümmung einer Evolvente darstellt. Diese Evolvente hat man sich von einem Grundkreise abgewickelt zu denken, dessen Mittelpunkt in Fig. 1, M liegt. Am Yaleschloss genügt das Kreisprofil, weil der Riegel (Fig. 2, R) eine Geradeführung hat. Beim Sperrknochen ist unbedingt Evolventenprofil

erforderlich, da der gestützte Teil des Stachels bei Bewegungen einen Kreis beschreibt. An meinen Nachbildungen[1]) des Gesperres vom Einhorn musste ich Evolventenprofil wählen, wenn ich sie aus Metall herstellte, während für Nachbildungen aus Holz Kreisprofile genügten, deren Mittelpunkt exzentrisch liegt (Fig. 1, M').

An den Klemmgesperren, welche in der Technik Verwendung finden, zeigt der „Klemmdaumen" teils Evolventen — teils Kreisprofil (vergl. Reuleaux Konstrukteur, S. 639).

An den verschiedenen Arten des Einhornes hat der „Sperrknochen" eine sehr verschiedene Länge. Bei einigen Arten ist er verhältnismäßig lang (Fig. 1), bei anderen fehlt er vollständig, so dass dann nur ein kleiner rundlicher Knochen vorhanden ist. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass der Sperrknochen zunächst die Form eines gewöhnlichen Flossenstrahles hatte, der allmählich dem großen Stachel näherrückte und

Fig. 3.

Heringskönig.

sich so sehr zurückbildete, dass nur das Gelenkende übrig blieb. Bei einigen Fischarten findet man bloß die nahe Aneinanderlagerung der Flossenstrahlen zur Feststellung der vorderen Strahlen verwandt, z. B. beim Heringskönig (Zeus).

Die zwei vorderen Strahlen dieses Fisches sind in Fig. 3 verkürzt dargestellt. Man sieht, dass der erste Strahl mit einem spornartigen Fortsatze sich gegen den zweiten Strahl stützt, wenn er vollständig aufgerichtet ist. Die Sperrung kann natürlich an diesem Gelenke nur eintreten, bei vollständig gehobenem Stachel, während am Gesperre des Einhornes der Stachel unter jedem beliebigen Winkel zwischen 0^0 und 90^0 festgestellt werden kann[2]),

Zu den dreiteiligen Gesperren kann man wohl auch jene Vorrichtungen zählen, welche

die Giftzähne der Schlangen

feststellen (Fig. 4). Auf den ersten Blick könnte es fast scheinen, als wenn eine größere Anzahl von Gliedern zu dieser Feststellung dienen,

1) Diese Nachbildungen sind käuflich in der Anstalt für naturhistorische Lehrmittel von W. Haferlandt und Pippow, Berlin, Wilmersdorf Pfalzburgerstraße Nr. 84.

2) Eingehender habe ich die Gesperre an Fischstacheln besprochen in meiner Arbeit „die Umbildungen an den Gliedmaßen der Fische". Morphol. Jahrbuch, 1896, Leipzig, Engelmann.

Digitized by Google

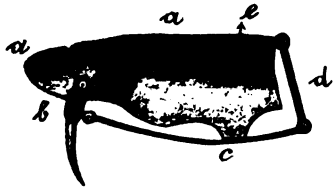
jedoch zeigt eine genauere Untersuchung, dass nur ein Teil aller Glieder bei der Feststellung zur Verwendung gelangt. Nach dem Schema von Fig. 4 sind vier Knochenstäbe durch Gelenke an einander und an den Schädel gefügt. Als ruhend sei der Schädel *a* gedacht, *b* = Oberkieferbein mit Giftzahn, *c* = Gaumenbein, *d* = Quadratbein, *e* = Schläfenbein.

Diese fünf Knochen bilden also eine fünfgliedrige geschlossene Kette. Fünf Glieder sind unbedingt erforderlich, damit beim Aufrichten des Zahnes das Gaumenbein *c* nicht vom Schädel *a* abgehoben werde, sondern demselben möglichst fest anliege. Bei vier Gliedern würde *c* von *a* sehr bedeutend abstehen, wenn der Zahn aufgerichtet ist und *c* könnte daher beim Beißen leicht zerbrochen werden, 1. durch den Druck, welchen ein Bissen auf die Mitte von *c* ausübt, 2. durch einen Druck gegen den Zahn.

Diese Gefahr des Zerbrechens ist also verringert durch Einfügung des fünften Gliedes *e*. Uebrigens sind die Ansprüche an die Widerstandsfähigkeit von *c* auch dadurch herabgesetzt, dass *c* stark nach innen gebogen ist (vergl. Fig. 5 Kopf der Kreuzotter von unten gesehen).

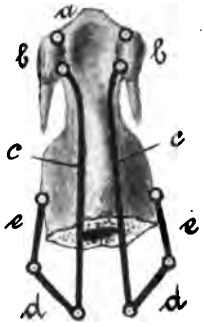
Bei einem Drucke gegen den Zahn werden infolge dessen die Glieder *c* und *c* des rechten und linken Giftzahnes gegen einander geschoben und gegen die untere Fläche des Schädels gedrückt.

Fig. 4.



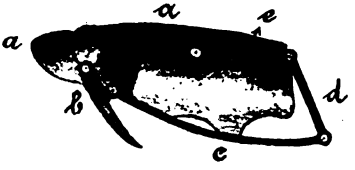
Kreuzotter.

Fig. 5.



Kreuzotter.

Fig. 6.



Kreuzotter.

Hierdurch wird die Spannung des verhältnismäßig langen Knochenstabes *c* bedeutend herabgesetzt.

Außerdem entsteht zwischen *c* und dem Schädel *a* eine ziemlich bedeutende Reibung, welche zur Feststellung des Zahnes dient. Diese Reibung ist um so bedeutender als zwischen *a* u. *c* Muskelschichten liegen, die ja recht eindrucksfähig sind. Wir sehen also, dass zur Feststellung des Zahnes die drei Glieder *a*, *b*, *c* dienen und dass die Glieder *d* u. *e* nur beim Aufrichten und Niederlegen des Zahnes zur Verwendung gelangen, indem sie von Muskeln bewegt werden. — —

Ich hoffe, der Leser wird aus den obigen Darlegungen ersehen haben, dass die Sperrvorrichtungen an den Stacheln der Fische, vollständig den in der Technik gebräuchlichen Gesperren entsprechen; denn sie bestehen aus zwei aneinander beweglichen Teilen, welche durch einen dritten Teil, der wie ein Riegel zwischen beide geschoben wird, festgestellt werden. Aber nicht alle Fische stellen ihre Stacheln durch dreiteilige Gesperre fest. Im Gegenteil, der Mehrzahl fehlt jener von mir als „Sperrknochen“

bezeichnete sperrende dritte Teil. Trotzdem können sie ihre Stacheln ohne „Sperrknochen“ feststellen und zwar viele von ihnen mit einer sehr großen Sicherheit. Bei andern ist allerdings die Sicherheit sehr gering. Doch das schwankt je nach den Lebensverhälten.

Unser Barsch z. B. bewegt seine Rückenflosse viel hin und her und stellt sie selten dauernd fest. Bei ihm sind daher die Vorrichtungen zum Feststellen nur wenig ausgebildet.

Richtet man die Rückenflosse eines Barsches vollständig auf, so bemerkt man, dass die vordersten Stacheln derselben stark nach vorn gerichtet sind (Fig. 7) ja der erste Stachel nimmt sogar beinahe eine wagerechte Lage ein. In dieser Lage kann der Druck des Wassers, welcher beim Schwimmen entsteht (Fig. 7, ←) den Stachel nicht zurückdrehen; denn die Kraftrichtung des Druckes liegt mit der Länge des Stachels in einer geraden Linie. Der Wasserdruck kann höchstens den Stachel etwas fester gegen seine Gelenkhöhle drücken. Die Spitze des Stachels bleibt unbeweglich auf demselben Punkte stehen. Man muss daher sagen, in dieser Lage befindet sich der Stachel in einer toten Lage gegenüber dem Wasserdrucke.

Fig. 7.

Barsch.

Wie sehr solch eine Totlage jede Bewegung unmöglich macht, wird wohl ein jeder wissen, der es versucht hat, den Tritt eines Spinnrockens oder einer Nähmaschine in Bewegung zu setzen. Er wird es oft bemerkt haben, dass zwei Totlagen hiebei vorkommen, 1. wenn der Tritt am höchsten steht und 2. wenn der Tritt vollständig gesenkt ist. In beiden Fällen ist die Stange, welche den Tritt mit dem Rade verbindet vollständig senkrecht gestellt, so dass sie mit dem senkrechten Durchmesser des Rades in einer geraden Linie liegt. Ein Druck auf den Tritt kann daher keine Drehung des Rades bewirken, er könnte nur das Rad, falls es nicht die genügende Festigkeit besitzt, von oben nach unten zusammendrücken.

Die Totlagen, werden in der Technik meistens dadurch überwunden, dass man mehrere Kräfte gleichzeitig an verschiedenen Stellen des Rades angreifen lässt. Wird eine der Kräfte totgelegt, so wirken die anderen drehend.

Bei den Lokomotiven z. B. ist an jedem der beiden mittleren Räder eine bewegende Stange angebracht und zwar so, dass die eine Stange sich hebt, wenn die andere sich senkt. Befindet sich eine der Stangen in einer Totlage, so wirkt die andere drehend.

An dem Rückenstachel der Barsche u. a. Fische überwinden die Muskeln alle Totlagen dadurch, dass sie eine dreieckige Gestalt haben. Die Basis dieses Dreieckes ist an der Wirbelsäule befestigt, die Spitze

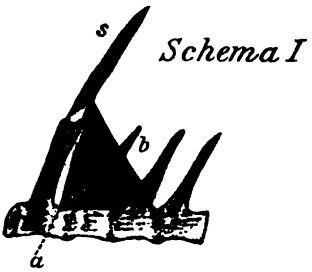
Digitized by Google

setzt sich an den Stachel (Schema I). Die Fasern des Muskels divergieren also sehr bedeutend zur Wirbelsäule hin und können daher Kräfte von sehr verschiedenen Richtungen erzeugen. In der Stellung Schema I sind die Fasern bei *a* totgelegt, die Fasern bei *b* wirksam.

An dem menschlichen Knochengerüste findet man die Totlagen mehrfach ausgenutzt, z. B. am Kniegelenk beim Stehen oder auch am Ellenbogengelenk. Stützt man sich auf die Hand bei vollständig gestrecktem Unterarme, so liegen Oberarm und Unterarm in einer geraden Linie und es bedarf keiner Muskelkraft, um sie in dieser Stellung zu erhalten. Derartige Ausnutzungen von Totlagen findet man mehrfach am menschlichen Knochengerüste, während eigentliche Sperrvorrichtungen hier wohl kaum vorkommen.

Bei den Fischen werden die Totlagen zum Feststellen von Stacheln noch in einer anderen Weise angewandt.

Man stelle sich z. B. vor, dass an einem Fische die Rückenstacheln beim Niederlegen nicht von vorn nach hinten geklappt werden, sondern nach einer Seite hin (Schema II u. III). In diesem Falle liegen die niedergelegten Stacheln neben einander auf einer Seite des Fisches. Richtet man solche Stacheln auf, so kann der Druck des Wassers, welcher beim Schwimmen des Fisches entsteht, sie nicht niederdrücken; denn dieser Druck ist parallel zur Axe des Gelenkes gerichtet. (→ Schema II, *A*.)



Schema I

Schema II

Schema III

Auch in diesem Falle befinden sich die Stacheln in einer toten Lage gegenüber dem Drucke des Wassers.

Wenn nun auch bei den Fischen Rückenstacheln nicht vorkommen, die vollständig nach einer Seite niedergelegt werden, Schema III, so findet man doch sehr häufig Stacheln, deren Gelenkaxe sehr bedeutend schräg zur Längsaxe des Fisches gestellt ist. Ich fand z. B. bei *Monocentris*[1]) *japonicus* die Gelenkaxe eines Rückenstachels so gestellt, dass sie mit der Längsaxe des Fisches (Schema II, *A*) einen Winkel von 55° bildete. Selbstverständlich sind in derartigen Fällen sehr feste Gelenkbänder erforderlich, um den Stachel in seiner aufrechten Stellung zu erhalten und allerdings findet man auch häufig in derartigen Fällen sogar verknöcherte Bänder.

Je fester aber eine Gelenkverbindung ist um so mehr zwingt sie den Stachel sich streng in seiner Drehebene zu bewegen (Zwangläufigkeit, Reuleaux) und man findet bei einigen Fischstacheln so feste, starre Gelenkverbindungen, dass die Stacheln sofort durch Einklemmungen fest-

1) Vergl. Thilo, Die Umbildungen a. d. Gliedmaßen der Fische. Morphol. Jahrb., 1896, S. 290, Taf. VII, Fig. 4.

Digitized by Google

gestellt werden, wenn man nur ein wenig von der Drehebene bei Bewegungen abweicht. Besonders deutlich tritt dieses hervor am

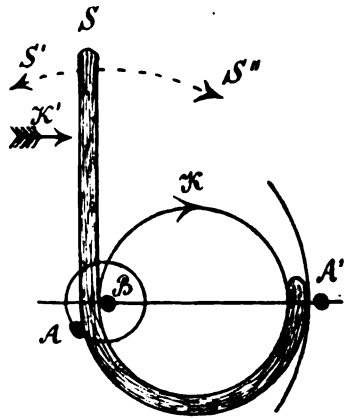
Stachel der Stichlinge *(Gasterosteus).*

Drückt man gegen die Spitze des Stachels, so gelingt es nicht, ihn niederzulegen, drückt man dagegen mit der Spitze einer Nadel genau auf einen bestimmten Punkt, vorn an seinem Gelenkende, so kann man ihn ohne Schwierigkeiten niederlegen. Diese überraschende Thatsache wird erst verständlich, wenn man das Gelenk des Stachels genauer betrachtet und mit den Gelenken anderer Fischarten vergleicht.

Fig. 8.

Stichling.

Fig. 9.



Stichling (Schema).

Betrachtet man den Stachel eines Stichlinges von vorne (Fig. 8), so bemerkt man an seinem Gelenkende einen Spalt. Dieser Spalt wird von zwei spitzigen Knochenfortsätzen gebildet. Von der Seite betrachtet, erinnert jeder dieser Fortsätze seiner Form nach, an einem krummen Säbel. Jeder der säbelförmigen Fortsätze wird von einer knöchernen Hülle umschlossen, wie ein Säbel von seiner Scheide. In diesen Scheiden gleiten die säbelförmigen Fortsätze auf und ab, wenn der Stachel hin und her bewegt wird. Fig. 9 giebt die schematische Darstellung eines Stachels, von der Seite betrachtet. Der halbkreisförmige untere Teil der Fig. 9 stelle einen verlängerten säbelförmigen Fortsatz des Stachels dar. BS sei der Griff des Säbels — der Stachel. Die Kraft $\rightarrow K,'$ welche senkrecht gegen den Griff des Säbels gerichtet ist, kann den Säbel nicht aus der Scheide ziehen d. h. sie kann den Stachel nicht nach S'' bewegen und so niederlegen. Wohl aber gelingt es der Kraft K, welche in dem Kreise $A'\ B\ K$ verläuft.

In dieser Richtung $A'\ B\ K$ verlaufen auch die Muskeln des Stachels. Sie legen daher mit Leichtigkeit den Stachel nieder, während ein Druck gegen die Spitze des Stachels $(\rightarrow K')$ auf unüberwindliche Hindernisse stößt. Wohl aber kann, wie oben erwähnt, der Druck mit einer Nadelspitze oberhalb A den Stachel niederlegen.

Die Feststellung des Stachels tritt jedoch nur dann ein, wenn die Verhältnisse so liegen, dass eine Stützung bei A u. B statt hat (Fig. 9). Verlegt man den Stützpunkt A nach A' so kann man S unbehindert

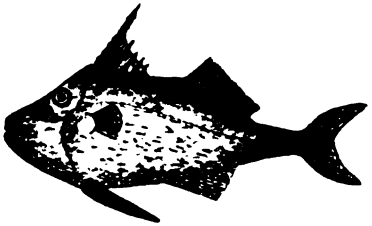
Digitized by Google

nach S'' bewegen; denn mit dem Halbmesser A' B lässt sich aus B ein Kreis beschreiben, welcher den Kreis A' B K im A' tangiert. Liegen hingegen die Verhältnisse so, dass eine Stützung bei A statt hat, so wird der Kreis A' B K von einem Kreise geschnitten, den man mit dem Halbmesser A B beschreibt. Aus diesem Grunde ist auch am Stichling u. a. Fischen die knöcherne Scheide, welche den säbelförmigen Fortsatz umschließt, nicht vollständig, sondern nur wenig länger als die Entfernung der Punkte A u. B. Der übrige Teil der Scheide wird von einer sehnigen Haut gebildet.

Die Länge der säbelförmigen Fortsätze ist bei den verschiedenartigen Fischarten sehr verschieden. Bei einigen Welsarten bilden sie Kreisbögen von 90° ja 100°. Beim Stichlinge erreichen sie oft eine Länge von 120°. An einigen Welsarten sind sie jedoch so schwach entwickelt, dass sie kaum eine Feststellung des Stachels bewirken können. Die Richtigkeit meiner mechanischen Betrachtungen stellte ich fest durch Nachbildungen aus Holz und Eisen, welche einigen Kollegen in Berlin, Frankfurt a. M. und Königsberg wohlbekannt sind.

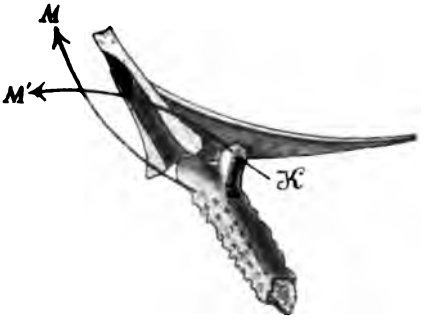
Sollte der Leser gelegentlich einen Stichling in die Hand bekommen, so wird es ihm gewiss nach den obigen Darlegungen leicht gelingen, mit der Spitze einer Nadel einen aufgerichteten Stachel niederzulegen, da er den Punkt, wo die Nadelspitze anzusetzen ist, wohl ohne Schwierigkeiten am Stachelgelenke finden wird.

Fig. 10.



Triacanthus.

Fig. 11.



Triacanthus.

Ganz andere Verhältnisse findet man am

Bauchstachel von *Triacanthus* (Fig. 10).

An der Rückseite des Bauchstachels befindet sich ein sporenartiger Knochenfortsatz (Fig. 11, K). Der Knochenfortsatz liegt einer Knochenwand auf, die in der Weise schräg gestellt ist, dass der Fortsatz beim Aufrichten des Stachels bergab an der Knochenwand gleitet. Beim Niederlegen des Stachels muss jedoch der Fortsatz an der Wand bergauf gleiten und verhindert daher das Niederlegen.

Erst, wenn man den Stachel so um seine Längsaxe dreht, dass der Knochenfortsatz von der Knochenwand abgehoben wird, gelingt es den Stachel niederzulegen. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor, wie bei einer Thür, in deren Nähe der Fußboden abschüssig ist. Hat sich eine derartige Thür gesenkt, so kann sie nur geöffnet werden, wenn man die

Digitized by Google

Thür in den Angeln erhebt. Die Feststellung des Stachels durch den Knochenfortsatz ist sehr sicher.

Ich fand in mehreren Museen *Triacanthus* in sehr großen Glasgefäßen, weil man nicht im Stande gewesen war, seine Stacheln niederzulegen und ihm so Eingang in Gefäße zu verschaffen, die seiner Größe entsprechen.

Der Rückenstachel von *Triacanthus*

zeigt wiederum andere Verhältnisse. Hinter dem Rückenstachel dieses Fisches steht ein kleiner, spitziger Knochenfortsatz, der sehr genau in einen keilförmigen Spalt an der Rückseite des Stachels hineinpasst. Ein aufgerichteter Stachel kann daher nur dann niedergelegt werden, wenn er ganz genau in seiner Drehebene bewegt wird. Die geringsten Seitenschwankungen stellen ihn fest durch Einklemmungen.

Fig. 12.

Triacanthus.

Fig. 13.

Triacanthus.

In Fig. 12 ist der Spalt als eröffnet dargestellt, nachdem seitliche Knochenteile des Gelenkkopfes abgefeilt wurden. Der Knochenfortsatz K ragt in den eröffneten Spalt hinein. Die Einklemmung durch den Fortsatz K erfolgt sehr leicht und es gelang mir bisher nicht, einen Rückenstachel niederzulegen, wenn er einmal aufgerichtet war. Erst kürzlich zeigte mir Prof. Hilgendorff in Berlin einen Handgriff, mit dem das Niederlegen gelingt. Der Stachel muss sehr streng in seiner Drehebene bewegt werden und den Gelenkkopf muss man hiebei ein wenig zum Kopfe des Fisches hin verschieben. Den Stachelmuskeln gelingt es leicht, den Stachel niederzulegen, da sie in der Nähe der Axe sich an den Stachel setzen und paarig sind. Sie führen daher den Stachel genau in seiner Drehebene, wenn sie sich gleichzeitig zusammenziehen.

Fig. 13 zeigt den Rückenstachel von *Triacanthus* von vornher betrachtet.

Die soeben beschriebenen drei Gelenke vom Stichling und *Triacanthus* bilden die drei Hauptformen jener zweiteiligen Gelenke, durch welche Fische ihre Stacheln ohne Sperrknochen feststellen können.

Man kann daher von diesen Gelenken sagen: obgleich sie nicht das sind, was man in der Mechanik als Gesperre bezeichnet, so erfüllen sie doch denselben Zweck, wie dreiteilige Gesperre, d. h. sie stellen dauernd einen Körperteil ohne Muskelthätigkeit fest.

Digitized by Google

Die Feststellung geschieht durch Reibungswiderstände, welche eine Einklemmung der Gelenkteile bewirken. Man könnte daher derartige Gelenke als „zweiteilige Klemmgelenke“ bezeichnen, da auf sie der Name „Sperrgelenke“ nicht passt.

Von den erwähnten drei Hauptformen dieser Gelenke findet man zahlreiche Abweichungen, die oft so bedeutend sind, dass es schwer fällt, sie auf die Grundformen zurückzuführen.

Gerade aber diese Abweichungen sind für den Naturforscher sowohl als für den Mechaniker von der größten Bedeutung. Der Naturforscher gewinnt durch sie ein Verständnis für eine ganze Reihe von Formenverschiedenheiten, welche ihn bisher ganz unverständlich waren.

Ich erinnere hier bloß daran, dass ich nur durch eine Betrachtung dieser Abweichungen in den Stand gesetzt wurde, mathematisch nachzuweisen, wozu gewisse Flossenformen und Stacheln vorhanden sind, die bisher bloß als rein äußerliche Unterscheidungsmerkmale dienten (vergl. oben Flossenstellungen, Bandverknöcherungen u. a.).

Der Mechaniker kann aber aus den Verschiedenheiten dieser Gelenkformen ersehen, wie dieselbe Aufgabe von der Natur in sehr verschiedener Weise gelöst wurde. Schon die auffallende Thatsache, dass an Fischstacheln die zweiteiligen Vorrichtungen zum Feststellen der Stacheln häufiger sind, als die dreiteiligen, fordert sein Nachdenken heraus. Diese Thatsache ist ganz besonders geeignet, den Unterschied zwischen künstlichen und natürlichen Mechanismen zu kennzeichnen.

Die oben beschriebenen zweiteiligen Gelenke, können nur dann einen Fischstachel feststellen, wenn sie unablässig beaufsichtigt und gestellt werden. Dieses fortwährende Stellen gelingt einem Tiere mit Hilfe seiner Muskeln leicht. An Maschinen ist es undurchführbar. Hier gewähren nur die dreiteiligen Gesperre eine ausreichende Sicherheit. Allerdings ist diese Sicherheit mit einer gewissen Schwerfälligkeit verbunden. Diese Schwerfälligkeit kommt allerdings an vielen Maschinen fast garnicht in Betracht, bisweilen jedoch wird es der Konstrukteur gewiss schmerzlich empfinden, dass er nicht solche leicht bewegliche Vorrichtungen verwenden kann, wie wir sie z. B. an dem Stachel eines Stichlinges bewundern. Blitzartig schnell kann er seine Stacheln gegen seine Feinde erheben und unbeweglich fest erhält er sie noch im Tode aufrecht. Bei den dreiteiligen Gesperren des Einhornes u. a. Fischen ist diese leichte Beweglichkeit wohl nicht erreichbar und auch nicht erforderlich.

Diese schwerfälligen Fische schwimmen schlecht und bewegen auch ihre Stacheln nur wenig hin und her. Sie halten dieselben entweder aufgerichtet oder vollständig zurückgelegt. Wir sehen also, dass die Wahl der Gesperre in der Natur streng nach der Art ihres Gebrauches getroffen ist. Für diesen Gebrauch sind die zweiteiligen Vorrichtungen geeigneter als die dreiteiligen. Erstens bieten zwei Teile weniger Fehlerquellen als drei. Zweitens ist die Beseitigung von Störungen an den einfacheren zweiteiligen Gelenken leichter als an den zusammengesetzten dreiteiligen. Verletzungen, Entzündungen und Schwellungen müssen am dreiteiligen Gesperre leichter zur Unbeweglichkeit des Gelenkes (Versteifung, Verknöcherung) führen, als am zweiteiligen Gelenke.

Verletzungen und Entzündungen sind aber an den Gelenken der Stachel gewiss sehr häufig, hierauf deuten die vielen abgebrochenen und

Google

vernarbten Stachel hin, die man sehr oft an Fischen findet. Wir sehen es also auch an den Gesperren der Fische, dass die Natur durch Vereinfachungen den Gebrauchsstörungen ihrer Mechanismen vorbeugt und auch hier kann es der Konstrukteur von der Natur lernen, durch die Einfachheit seiner Getriebe Betriebsstörungen zu vermeiden.

Natürlich wird er auch hier von der Natur nur die Grundgedanken zu seinen mechanischen Vorrichtungen entlehnen können. Nur dann können diese Grundgedanken für ihn fruchtbar werden, wenn er sie seinen Verhältnissen anzupassen versteht. Leider ist nur zu oft das Gegenteil hiervon geschehen. Durch gedankenloses Kopieren der Natur wurde so mancher wertvolle Gedanke unfruchtbar.

Ich erinnere hier nur daran, dass z. B. die künstlichen Beine vielfach genau nach den natürlichen angefertigt wurden. Ein naturwissenschaftlich gebildeter Techniker hätte diesen Fehler vielleicht vermieden. Er hätte es gewusst, dass die künstlichen Mechanismen anders sein müssen, als die natürlichen und wäre etwas sparsamer mit jenen zusammengesetzten Gelenken gewesen, deren Verwendung viele künstlichen Beine so unbrauchbar macht. Er hätte sich daran erinnert, dass er nicht im Stande ist, diese Gelenke mit Muskeln zu versorgen, dass Gelenke, die nicht von Muskeln bewegt werden, in hohem Grade die Gebrauchsfähigkeit eines Beines schädigen und dass man heutzutage Fußgelenke, deren Muskeln geschwunden sind, auf operativem Wege unbeweglich macht, um dem Kranken das Gehen zu erleichtern. Aehnliche Fehler und ähnliche Misserfolge sind gewiss auf vielen anderen Gebieten der Technik zu verzeichnen. Leider haben diese Misserfolge so manchen Techniker zu der Anschauung verleitet, dass die Naturbetrachtung ihm nichts nütze und dass naturwissenschaftliche Kenntnisse für ihn ein nutzloser Ballast seien.

Von solchen Anschauungen wird sich wohl ein jeder befreien, der vorurteilsfrei und ruhig die Haupterrungenschaften des Menschen auf technischem Gebiete betrachtet. Der Gebrauch des Feuers, die Schifffahrt auf dem Wasser und in der Luft, die Verwendung der Elektrizität und unzählige andere Zweige des menschlichen Könnens wurden durch Naturbetrachtungen errungen.

Die Naturforscher ihrerseits haben es leider noch immer nicht genügend erkannt, dass für sie die Erfahrungen und Kenntnisse der Techniker unentbehrlich sind, dass dieselben Gesetze, nach welchen unsere Häuser und Maschinen gebaut werden, auch beim Aufbau eines Tierkörpers, zur Verwendung gelangen. Nur eine genaue Kenntnis dieser Gesetze, kann ein tieferes Verständnis für das ganze Gefüge eines Tierkörpers anbahnen. Ich erinnere hier nur an das Gefüge des Knochenbaues, welches Hermann von Meyer in Verbindung mit dem Ingenieur Culmann so erfolgreich erforschte Ich erinnere an die berühmten Flugarbeiten des Ingenieur Lilienthal, an die Arbeiten von Roux, Tornier u. a.

Auch für meine hier veröffentlichten Forschungen war mir das Studium der Werke eines Ingenieurs unentbehrlich. Nur durch das Studium der Werke von Reuleaux erlangte ich die Fähigkeit, zusammengesetzte mechanische Verhältnisse zu verstehen und anderen verständlich zu machen. In hohem Grade wurde dieses Verständnis dadurch gefördert, dass Herr Geheimrat Reuleaux die große Güte hatte, mich persönlich über viele mechanische Verhältnisse aufzuklären. Auch seine Erläuterungen der von

Digitized by Google

ihm erforschten Gelenke einiger Glieder- und Wirbeltiere schufen mir eine Menge ganz neuer Gesichtspunkte[1]) und verpflichteten mich zum allergrößten Danke.

Aus all den hier angeführten Gründen erscheint es mir im höchsten Grade wünschenswert, dass die Beziehungen der Naturforscher zu den Technikern innigere würden, als es bisher der Fall ist.

Litteratur.

1. F. Reuleaux, Prof. Dr, Der Konstrukteur. Braunschweig 1895. Vieweg & Sohn.
2. Derselbe, Theoret. Kinematik. Braunschweig. Vieweg & Sohn.
3. W. Ritter, Anwendung d. graphisch. Statik. Zürich 1888. Meyer und Zeller. Teil I: Besprechungen der Meyer'schen Knochenuntersuchungen von einem Techniker.
4. Hermann von Meyer, Die Statik u. Mechan. d. Knochengerüstes. Leipzig, Engelmann, 1873.
5. Vitus Graber, Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Tiere. Bd. XLIV des Wissens der Gegenwart. Leipzig, G. Freitag, 1886. Allgemeinverständlich. Ausführliches Litteraturverzeichnis.
6. Otto Thilo, Die Umbildungen an den Gliedmaßen der Fische. Morphol. Jahrb., 1896 u. 1897. Leipzig. Engelmann.
7. William Sörensen, Om Lyd organer has Fiske. Kjobenhavn. V. Thaning u. Appels, 1884. [41]

Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems.

Von **Th. Beer, A. Bethe** und **J. v. Uexküll.**

Jeder kennt Empfindungen und alles, was sich aus ihnen aufbaut, das Subjektive, Psychische nur aus sich selbst; außerhalb seiner beobachtet er nur Bewegungserscheinungen und gelangt nur mit Hilfe von Analogieschlüssen, indem er diese Bewegungen mit seinen eigenen vergleicht, zur Annahme psychischer Eigenschaften für andere Menschen und höhere Tiere; den niederen Tieren wie den niederen Centren des Menschen Empfindungen zuzuschreiben, dazu fehlt sogar dieses unwissenschaftliche Hilfsmittel. Trotzdem tragen viele in der vergleichenden Physiologie üblichen Ausdrücke den ausgesprochenen Stempel des Subjektiven und verleiten so zu Missverständnissen.

Es scheint daher angebracht, eine neue Nomenklatur einzuführen.

In dieser Nomenklatur sind zu trennen:

I. der objektive[2]) Reiz,
II. der physiologische Vorgang,
III. die (eventuelle) Empfindung.

---

1) Diese Untersuchungen wurden leider bisher nicht veröffentlicht.

2) Wir sind uns darüber klar, dass ein Reiz auch nichts anderes ist als eine objektivierte Empfindung, hegen aber die Ueberzeugung, dass der Naturforscher, um festen Boden zu haben, sich auf den unbefangenen Standpunkt stellen muss, von dem aus man die nach außen projizierte Erscheinungswelt als materiell existierend betrachtet.

Digitized by Google

[z. B.: I. Aetherschwingung, II. der durch sie hervorgerufene objektive Vorgang von der Aufnahme in das Empfangsorgan bis zur eventuell erfolgten Reaktion, III. die Lichtempfindung.]

Je nach der Stellung, welche die hier in Betracht kommenden Wissenschaften zum „Subjektiven" oder zu den objektiven Bewegungserscheinungen einnehmen, teilen sie sich ungezwungen von selbst ein in

A. Psychologie, die sich nur mit dem Subjektiven befasst,

B. Menschliche Sinnesphysiologie, die sich mit den Beziehungen des physiologischen Geschehens zu den subjektiven Empfindungen befasst,

C. Vergleichende Physiologie (des Nervensystems), die sich nur mit dem physiologischen Geschehen vom Auftreten des Reizes bis zur Vollendung der eventuellen Reaktion befasst.

A. Die Psychologie kann ohne weiteres die bisherige Nomenklatur beibehalten.

B. Die menschliche Sinnesphysiologie hat ihre Termini zu wechseln, je nachdem sie

a. von dem objektiven Reiz,
b. von dem physiologischen Geschehen,
c. von den Empfindungen

spricht (die sie bei höheren Tieren auf Grund von Vergleichen und Analogieschlüssen annimmt).

C. Die vergleichende Physiolgie hat die Ausdruckweise zu wechseln, je nachdem sie

a. von den objektiven Reizen,
b. von dem physiologischen Geschehen handelt.

a. Die objektiven Reize sind zum Teil schon durch die gewöhnliche Sprache mit unzweideutigen objektivierenden Bezeichnungen belegt, zum Teil aber tragen sie doppelsinnige Namen, wie etwa „Licht" oder „Schall", Worte, welche sowohl den objektiven Reiz als die subjektive Empfindung bedeuten können. So lange die Physik hierfür keine kurzen, objektivierend eindeutigen Ausdrücke schafft, mögen die alten beibehalten werden, aber mit einem kurzen, subjektive Deutung ausschließenden Zusatz: z. B. objektives Rot oder Rotwellen oder Lichtwellen bestimmter Länge etc.

b. Für das physiologische Geschehen müssen neue Ausdrücke geschaffen werden. Wir drei haben uns geeinigt, uns in Zukunft der unten folgenden Nomenklatur zu bedienen.

Diese Nomenklatur setzt die Existenz eines Nervensystems voraus, bezweckt also nur eine Verständigung in der Physiologie der Metazoen. Hier besteht der physiologische Vorgang in der Aufnahme des Reizes durch Umsetzung in eine Nervenerregung und Fortleitung der Erregung auf ausführende (effektorische) Organe, wobei eine Schaltung und Verteilung der Erregung auf mehrere Bahnen stattfinden kann (beim Durchgang durch Schalt-Rangier-Stätten, Centren, Ganglien). Den ganzen Vorgang nennen wir „Antikinese"[1])

1) Wir halten es für wichtig an folgenden Punkten festzuhalten:

I. Der Effekt eines Reizes ist gegeben durch die anatomische Verbindung der Nervenelemente, so dass, wenn eine Erregung einem centripetalen (receptorischen) Nerven übermittelt ist, die Reaktion in bestimmter, nur von der Intensität aber nicht der Qualität des Reizes abhängiger Weise abläuft.

II. Es hat naturwissenschaftlichen Wert, die Tiere mit Maschinen zu vergleichen, nicht aber, ihnen menschliches beizulegen.

Digitized by Google

(von ἀντικίνησις = Rückbewegung). Der Begriff „Antikinese" soll alle auf Reiz eintretenden und durch nervöse Elemente vermittelten Reaktionen umfassen gleichgiltig, ob sie immer in gleicher Weise (Reflex) oder auf Grund vorhergegangener Reize modifiziert verschiedenartig (Antiklise, von ἀντίκλισις = Rückbeugung) ablaufen. Wenn auch beide Erscheinungen (Reflex und Antiklise) oft nicht scharf zu trennen sind und im Grunde wohl dasselbe kausale Geschehen bei beiden stattfindet, so scheint es uns doch wichtig einer leichten Verständigung halber sie begrifflich von einander zu trennen und für beide einen gemeinsamen Oberbegriff „Antikinese" zu schaffen. Die „Antiklise" läuft ebenso so zwangsmäßig ab wie der Reflex, aber der Komplex von Bedingungen, von denen sie abhängt, ist komplizierter und ist unter physiologischen Bedingungen dem Wechsel unterworfen. (Unter dem Begriff „Antiklise" fallen alle die Vorgänge, welche man bisher als „bewusst" bezeichnet hat. Die Frage nach der „bewussten" Ausführung existiert aber für die vergleichende Physiologie nicht). Für alle Reizbeantwortungen auf nervöser Grundlage das Wort „Reflex" anzuwenden, wie es von manchen Seiten geschehen ist, scheint uns ebenso unzweckmäßig, wie die Anwendung dieses Wortes bei solchen Vorgängen der Reizbeantwortung, bei denen eine Mitwirkung nervöser Elemente nicht stattfindet d. h. bei einzelligen Tieren und bei Pflanzen. Für diese schlagen wir das Wort „Antitypie" (ἀντιτυπία = Rückwirkung) vor. Wir teilen also die „Reizbeantwortungen" oder „Reaktionen" folgendermaßen ein:

Reizbeantwortungen.

A.	B.	
Auf protoplasmatischen Wege ohne Vermittlung differenzierter Elemente Antitypien. (Einzellige und Pflanzen.) (Eventuell auch in einzelnen Organen bei Metazoen.)	Durch Vermittlung differenzierter Elemente (Nerven). Antikinesen. (Metazoen.)	
	a. in immer gleicher Weise wiederkehrend. Reflexe.	b. Modifizierbar. Antiklisen.

Die Aufnahme des Reizes nennen wir im Anschluss an die von Bethe[1]) bereits vorgeschlagene Nomenklatur „Reception", die aufnehmenden Organe „Receptions-Organe" oder „Receptoren"[2]), die von solchen ableitenden Nerven „receptorische Nerven", die Schaltstätten „Centren", die von diesen ableitenden Nerven „effektorische" Nerven (und je nach dem effektorischen Organ motorische, sekretorische etc.).

Zur Feststellung eines Receptions-Organes ist notwendig:

1. Der anatomische Nachweis einer Nerven-Endausbreitung.

2. Der physiologische Nachweis, dass ein äußerer Reiz, welcher an sich nicht stark genug oder überhaupt nicht geeignet ist, direkt effektorische Organe zum funktionieren zu bringen, dem in Frage stehenden Organ zugeführt, eine Zustandsänderung an irgend einem Teile des Individuums hervorrufen kann.

Je nachdem, ob von einem Receptions-Organ aus Zustandsänderungen durch qualitativ verschiedene Reize hervorgerufen werden können oder ob

1) Archiv für mikroskopische Anatomie, L, 1897.

2) Darunter fallen auch diffuse Ausbreitungen receptorischer Nerven, welche im streng anatomischen Sinne ein Organ nicht bilden.

Digitized by Google

nur eine bestimmte Art von Reizen Wirkungen hervorruft, können die Receptions-Organe in anelektive und elektive geschieden werden.

A. Anelektive Receptionsorgane,

bei denen eine Reiz-Auswahl nicht zu konstatieren ist, können gleichmäßig über den ganzen Körper oder größere Strecken verbreitet oder aber an bestimmten Stellen lokalisiert sein. Jene nennen wir „diffuse Receptionsorgane“ (z. B. in der ganzen Haut vieler Mollusken), diese „Neuroderm-Organe“[1]) (z. B. an den Pedicellarien der Seeigel).

B. Elektive Receptionsorgane.

Ihre Specifität wird daran erkannt, dass von den sie treffenden Reizen nur je eine bestimmte Art im Stande ist Zustandsänderungen hervorzurufen. Die „Elektion“ kann dadurch geschehen, dass

1. das Receptionsorgan durch die Eigenart seiner Lage im Körper, physiologischer Weise überhaupt nur von einer Art von Reizen getroffen werden kann (Topo-elektive Receptionsorgane);

2. dadurch, dass an sich für die Nerven unwirksame Reize — z. B. Licht, Anziehungskraft der Erde, chemische Stoffe in starker Verdünnung — in wirksame umgewandelt werden (Transformatorisch-elektive Receptionsorgane, Umwandlungsorgane).

Die elektiven Receptions-Organe erhalten in der Regel wie die von ihnen aus auslösbaren Reaktionen ihre nähere Zusatz-Bezeichnung nach der Qualität des adäquaten Reizes.

I. Topo-elektive Receptionsorgane.

1. Tango-Receptions-Organe (Tangoreceptoren, tangorecipieren, tangoreceptorisch, Tangantikinese, Tangoreflex, Tangantiklise etc.) sind solche, von denen aus nur durch Berührung oder mechanischen Reiz überhaupt Reaktionen hervorgerufen werden können. Ihre Specifität kann durch Tieflagerung (z. B. bei Wirbeltieren) bewirkt sein oder durch besondere Schutzvorrichtungen (z. B. gegen chemische Reize, porenlose Chitinhaare bei Arthropoden).

II. Transformatorisch-elektive Receptionsorgane,

die einen an sich unwirksamen äußeren Reiz in einen wirksamen Nervenreiz verwandeln, zugleich aber auch durch ihre Lage vor anderen Reizen geschützt sein können.

2. Phono-Receptions-Organe (Phonoreceptoren, phonorecipieren etc.) sind solche, von denen aus physiologischer Weise nur durch Schallwellen Reaktionen hervorgerufen werden können, indem durch besondere Tiefenlagerung und Schutzvorrichtungen nur diese Art von Reizen Zutritt erhält. Da Schwingungen den Nerven nicht erregen, müssen sie besondere Umwandungsvorrichtungen tragen.

3. Statische (Receptions-) Organe sind solche, welche nur durch die Anziehung der Erde (Beschleunigung) beeinflusst werden. Mechanische und chemische Reize werden durch Tieflagerung und Schutzvorrichtungen abgehalten. Die Anziehung der Erde, welche an sich kein Nervenreiz ist, wird durch Vermittlung besonderer Einrichtungen (spezifisch schwerere Körper etc.) in einen solchen umgewandelt.

4. Rotations-Receptions-Organe (Bogengänge).

---

1) J. v. Uexküll, Physiologie der Pedicellarien. Zeitschr. f. Biologie, 1899.

Digitized by Google

5. Chemo-Receptions-Organe (chemorecipieren, Chemoreflex etc.), sind solche, welche nur chemisch ansprechbar sind. (Zugleich topischer Schutz und Transformation unwirksamer chemischer Reize in Nervenreize.)

a) Stibo-Receptoren (*στιβεύειν* = wittern) sind solche, welche auf bestimmte, hauptsächlich bei der Nahrungssuche und im Geschlechtsleben wichtige, Stoffe eingestellt, auf mehr oder weniger große Entfernungen Reaktionen ermöglichen. (Bei Landtieren, für chemische Stoffe, die in der Luft suspendiert sind. Nase. Subjektiv Riechorgan.)

b) Gusto-Receptoren sind solche, welche auf bestimmte, hauptsächlich für die Nahrungs-Auswahl wichtige Stoffe eingestellt, in großer Nähe Reaktionen ermöglichen. (Subjektiv Schmeckorgan.)

6. Photoreceptions-Organe. (Photoreceptoren, photorecipieren, Photantiklise u. s. w.) sind solche, bei welchen Lichtwellen den wirksamen Reiz bilden. Mechanische und chemische Reize werden oft von durchsichtigen Schutzhüllen abgehalten. Der auf den Nerven unwirksame Reiz der Lichtwellen wird in einen wirksamen umgewandelt.

7. Caloro-Receptions-Organe sind solche, bei welchen Wärmestrahlen den wirksamen Reiz bilden.

Ist bei einem Tier die Fähigkeit nachweisbar, auf Grund voraufgegangener Reize die angeborenen Antikinesen zu ändern, so nennen wir dies „Modifikationsvermögen". Es verwandeln sich dabei Reflexe in Antiklisen.

Die Nachwirkung eines Reizes auf später auf ähnliche oder andere Reize erfolgende Antikinesen nennen wir „Remanenz des Reizes". (Subjektiv Gedächtnis.)

Die hier skizzierte Nomenklatur soll zunächst nur die Grundpfeiler eines Gerüstes bedeuten, das später im einzelnen ausgebaut und dem ganzen, jetzt kaum fundierten Bau der vergleichenden Physiologie als verlässliche Stütze dienen mag. In diesem Sinne schlagen wir sie anderen auf diesem Gebiete Arbeitenden zur Annahme, mindestens zur Stellungsnahme vor.

Neapel, Stazione zoologica, April 1899. [67]

Objektive Psychologie.

Von **Ludwig Arnhart**

Bethe kommt in seiner Arbeit „Die anatomischen Elemente des Nervensystemes und ihre physiologische Bedeutung" in dieser Zeitschrift, Bd. XVIII bei Besprechung der sogenannten „psychischen Qualitäten" S. 864 zu folgenden Schlüssen: „Die chemisch-physikalischen Vorgänge und ihre Folgen d. h. das „Objektive" der psychischen Erscheinungen dürfen Gegenstand naturwissenschaftlicher Untersuchung sein, aber eben nur diese. Wenn wir so nur das „Objektive" der psychischen Erscheinungen behandeln wollen und dürfen und das Subjektive derselben nur als Mittel benützen, indem wir als Beobachter das „Objektive" analysieren, machen wir den psychischen Vorgang ganz zum Objekt. Wir behandeln ihn, als ob ihm überhaupt das „Subjektive" fehlte, wozu wir umsomehr berechtigt sind, als wir annehmen dürfen, dass ein psychisch begabtes Wesen unter Voraussetzung, dass man ihm das „Subjektive" nehmen könnte, ohne die chemisch-physikalischen Prädispositionen zu verändern, nach dem

Digitized by Google

Kausalitätsgesetz genau so handeln und sich äußern würde, wie mit dem „Subjektiven", auf das wir ja ohnehin bei jedem menschlichen oder tierischen Wesen außer uns (d. h. außerhalb des Beobachtenden) nur aus Analogie von uns aus schließen, indem es eben subjektiv ist und nie objektiv werden kann". Damit hat Bethe in psychischen Fragen nach meiner Meinung, den einzigen richtigen Standpunkt eingenommen. Ich habe in meiner Arbeit „Grundlagen der Erziehungslehre als Naturwissenschaft"[1]) denselben Standpunkt wie Bethe eingenommen, durch die Kant'sche Erkenntnislehre begründet und für die auf diesem Standpunkte gewonnenen Erkenntnisse den Namen **„objektive Pschologie"** gebraucht. Es ging mir aber so, wie Herrn Bethe. Ich wurde vielfach nicht verstanden. Die Macht des Herkömmlichen zeigt sich eben nirgends in so schöner Weise, als eben hier. Obwohl schon Kant in „des zweiten Buchs der transcendentalen Dialektik" erstes Hauptstück seiner „Kritik der reinen Vernunft" die Unhaltbarkeit einer transcendentalen Seelenlehre mit der ihm eigentümlichen Schärfe nachgewiesen hat, lebt dieselbe noch jetzt freilich immer unter einem andern Deckmantel fort.

Meine Arbeit ist aber, weil sie nur für Pädagogen bestimmt ist, nicht weiter bekannt geworden.

Da nun Bethe zu derselben Anschauung gekommen, die ich schon damals vertreten, dürfte es die Leser dieser Zeitschrift gewiss interessieren, meine Begründung dieses Standpunktes zu erfahren und zu prüfen. Wenn schon nichts weiter damit bezweckt werden kann, als dass die Aufmerksamkeit der geneigten Leser auf unseren Standpunkt überhaupt gelenkt wird, so bin ich schon zufrieden.

Ich bin vom rein Kant'schen Standpunkt ausgegangen und habe mich dabei hauptsächlich an dessen Prolegomena gehalten. Nachdem ich den Unterschied zwischen Erkenntnis a priori, welche uns von vornherein vor jeder Erfahrung gegeben ist, und a posteriori, welche durch unsere Sinne erst erworben werden muss, und das Verhältnis zwischen beiden, nach welchem die Erkenntnis a priori nur dazu da ist, die Erkenntnis a posteriori durch Raum, Zeit, Kausalität u. s. w. zu bearbeiten, gezeigt habe, begründe ich die objektive Psychologie folgendermaßen.

„Wir haben im Laufe unserer Betrachtungen nur von Sinnesreizen gesprochen. Wir sind jetzt eine Aufklärung dahin schuldig, dass wir damit nicht nur Reize unserer Sinne, sondern auch die Reize verstanden haben, welche uns in uns selbst gegeben sind. Lust, Unlust u. s. w. sind z. B. solche Reize. Man betrachtet sie als durch einen innern Sinn gegeben[2]). Wir sehen also: Die Reize stammen entweder vom innern Sinn, oder von den äußern Sinnen. Die Reize des innern Sinnes machen die innere Erfahrung aus, die der äußern Sinne, die äußere. Beide werden durch die Bewusstseinsformen a priori zu Erkenntnissen verarbeitet. Die Erkenntnisse der äußern Sinne liefern die Körperlehre, die der innern Sinne die Seelenlehre. So wie uns nun die Materie

1) Erschienen bei J. Klinkhardt, Leipzig u. Wien, 1893.

2) Dass auch schon Kant die Erkenntnis a priori auf die innere Erfahrung anwendete, geht z. B. aus dem Satze hervor: „Das mindeste Objekt der Wahrnehmung (z. B. nur Lust oder Unlust), welche zu der allgemeinen Vorstellung des Selbstbewusstseins hinzukäme, würde die rationale Psychologie sogleich in eine empirische verwandeln". Kritik der reinen Vernunft. Reclam S. 294.

Digitized by Google

unbekannt bleibt, welche die äußern Reize liefert, so muss uns auch die Seele unbekannt bleiben, welche die innern Reize liefert. Drei Dinge müssen uns also nach diesen Auseinandersetzungen unbekannt bleiben: Materie, Seele und Bewusstsein. Damit ist auch die Frage über die Leistungsfähigkeit der Psychologie, welche wir am Beginne dieses Kapitels gestellt, beantwortet. Zwischen der inneren Erfahrung und der äußeren herrscht ein großer Unterschied. Die äußere Erfahrung ist im Raume und in der Zeit gegeben, die innere nur in der Zeit. Der Raum ist ruhig, stehend, die Zeit wechselnd. Derselbe Raum kann mir öfter gegeben werden, dieselbe Zeit nicht mehr. Die Beziehungen auf den Raum sind sicher, objektiv, die auf die Zeit unsicher, subjektiv. Darum erscheint die äußere Erfahrung von uns unabhängig. Wir haben das Bewusstsein, dass die äußere Erfahrung auch ohne uns bestellt. Die innere Erfahrung besteht aber ohne uns nicht. Auf die äußere Erfahrung ist auch das Experiment anwendbar, auf die innere nicht. Zu einer exakten Wissenschaft, wie die Naturwissenschaft, in welcher die Gesetze durch Experimente demonstriert werden können, welche vom Subjekte unabhängig ist, kann die innere Erfahrung nie werden. Es kann jemand behaupten, er habe ein Unlustgefühl; kann das nicht eine Lüge sein? Es kann jemand behaupten, er könne sich einen vierdimensionalen Raum denken; kann ich ihm beweisen, dass dies unmöglich ist? Die innere Erfahrung ist, wie diese wenigen Beispiele zeigen, die sich beliebig vermehren lassen, der Willkürlichkeit zu sehr unterworfen, um eine ernste Wissenschaft zu werden. Sie war und wird immer der Tummelplatz der tollsten Streitigkeiten sein. Das wird sich nie ändern lassen.

Fast alle Erscheinungen meiner inneren Erfahrung kann ich, aber freilich nicht an mir, sondern an anderen Personen, durch meine äußeren Sinne wahrnehmen. Diese Wahrnehmungen müssen durch die Formen der Erkenntnis bearbeitet, zu einer Wissenschaft von demselben Werte, wie die Naturwissenschaften, führen. Diese Wahrnehmungen sind in Raum und Zeit gegeben, auf sie ist das Experiment anwendbar. Warum soll ich mich nun mit einer Wissenschaft mit unsicheren Ergebnissen zufrieden stellen, wenn ich eine solche mit sicheren Ergebnissen aus demselben Erscheinungsgebiete haben kann? Das wäre doch unklug von mir, wenn ich nicht das Bessere nehmen wollte. Freilich muss bemerkt werden, dass der Weg der äußeren Erfahrungen viel langsamer zurückgelegt werden kann, als der der inneren. Jene Bequemlichkeit führt der Weg der äußeren Erfahrung nicht mit sich, welche die innere Erfahrung bietet. Um die innere Erfahrung zu verwerten, schließe ich mich in mein Kämmerlein ein und denke. Die äußere Erfahrung erfordert mühsame Experimente und ein Denken, welches erst durch das Experiment objektiv giltig wird. Die äußere Erfahrung liefert aber dafür sichere Resultate.

Diese letzten Auseinandersetzungen werden es rechtfertigen, wenn wir im Folgenden, wo wir auf rein naturwissenschaftlichen Standpunkte stehen wollen, auf die Bearbeitung der inneren Erfahrung verzichten. Es soll durch diese Ausführungen nicht dargethan sein, dass die Bearbeitung der inneren Erfahrung wertlos sei; im Gegenteile: für die Ausbildung des Subjektes ist die Psychologie, das „Erkenne dich selbst“ von großer Bedeutung. Das folgt schon aus dem biogenetischen Grundsatze; denn die

subjektive Psychologie ist uralt. Es ist diese Psychologie ohnehin schon des öfteren bearbeitet worden. Wir werden die der inneren Erfahrung entsprechenden Reize der äußeren Erfahrung bearbeiten und werden dadurch eine Art Psychologie (wenn man schon diesen Namen haben will) bekommen. Diese Psychologie werden wir aber objektive Psychologie nennen, weil sie ohne die innere Erfahrung besteht. Im Gegensatze hiezu werden wir die Psychologie, welche sich auf die innere Erfahrung stützt, subjektive Psychologie nennen".

Nach diesen Ausführungen, die ich hier wörtlich wiedergegeben habe, verfolge ich in drei mit „Grundlehren der objektiven Psychologie" betitelten kurzen Kapiteln die äußeren Reize von den Sinnen bis zur Bewegung die sie veranlassen. Ich habe mich hiebei ganz an die genialen Lehren Meynert's gehalten. Das ist ja klar, dass ich durch meine äußern Sinne, und nur durch diese kann mir mein Mitmensch gegeben sein, nichts von seiner Seele, oder wie Bethe sagen würde, von seinem „Subjektiven" wahrnehmen kann. Was ich an ihm wahrnehme, sind nur Bewegungen. Wenn ich also diese Bewegungen meines Mitmenschen in Bezug auf die denselben treffenden Reize ohne Zuhilfenahme der inneren Erfahrung meiner Mitmenschen, die mir ja ohnehin niemals gegeben werden kann, erklären kann, so habe ich alles gethan, was ich überhaupt thun kann. Deshalb definiere ich in einer meiner folgenden Schriften „Begriff und Bedeutung der objektiven Psychologie"[1]) die objektive Psychologie noch folgendermaßen. (p. 25): „Die Bearbeitung der Bewegungen meiner Mitmenschen ohne Rücksicht auf ihre innere Erfahrung, nur mit Beziehung auf die Voraussetzungen, welche ich meiner gesamten äußeren Erfahrung machen muss, nenne ich objektive Psychologie".

Nachdem nun Meynert gezeigt hat, wie aus den maschinenmäßigen Reflexbewegungen, durch Einschaltung von Associationen, also auf rein physiologische Weise sogenannte willkürliche Bewegungen entstehen, ist das Problem der objektiven Psychologie im allgemeinen bereits gelöst. Und das glaube ich durch meine genannten drei Kapitel bereits dargethan zu haben[2]).

Aus dem gesagten ist klar, dass die „objektive Psychologie" eigentlich nur Physiologie ist. Weil aber die Physiologen noch immer glauben, dass das Psychische die Triebfeder der willkürlichen Bewegungen ist und demnach vor derselben halt machen, und weil die Psychologen immer noch meinen, sie können an ihren Mitmenschen Psychisches wahrnehmen, wurde der Name objektive Psychologie gewählt.

Eines sei noch bemerkt. Bis jetzt hat man, wenn man an seinen Mitmenschen den unseren ähnliche Bewegungen wahrgenommen, per Analogie auch bei ihnen die gleiche innere Erfahrung vorausgesetzt und ihnen so wie uns ein inneres Wesen, die Seele, zugeschrieben. Jetzt kann man, wenn man bei seinen Mitmenschen alle Bewegungen ohne Seele erklären kann, den Analogieschluss umkehren und sagen: Bei meinem Mitmenschen brauche ich keine Seele um seine Bewegungen zu erklären, seine Bewegungen sind den meinen ähnlich, also brauche ich auch bei mir keine Seele um alle meine Bewegungen zu erklären. So wie ich früher aus

1) Verlag bei J Kühlkopf in Korneuburg bei Wien.
2) Meine „Grundlagen etc.", S. 43—72.

Digitized by Google

dem bekannten Psychischen in mir auf das unbekannte Psychische in meinem Mitmenschen geschlossen, so schließe ich jetzt aus dem bekannten Physiologischen von meinem Mitmenschen auf das unbekannte Physiologische in mir, das ich, weil ich mir nicht selbst ins Gehirn blicken kann, nicht wahrnehmen kann. Und darauf bezieht sich S. Exner's[1]) Bemerkung, „den psychischen Erscheinungen pflegt man heute noch ähnlich gegenüberzustehen, wie man vor einigen Jahrtausenden der Bewegung der Sterne gegenübergestanden ist, ehe zum ersten Male der Gedanke ausgesprochen wurde: diese Bewegung könne auch eine scheinbare, durch die Bewegung der Erde bedingte sein". Exner, welcher nach unserer Auffassung eigentlich eine objektive Psychologie geschrieben hat, kommt auch, als er die sinnesfälligen Prozesse beim Gefühle bespricht, ganz klar und deutlich auf unseren Standpunkt. Er sagt S. 214: „Es könnte sein, dass ein Leser des vorstehenden Kapitels sagt: Was hier geschildert wurde, sei eine Puppe, in deren Inneren eine komplizierte Maschine steckt, und die, entsprechend ihrer Einrichtung, auf Verletzung eines Fingers herumschlägt, niemals aber sei dies ein Wesen, das Schmerz empfindet. . . . Zwischen dem Reagieren auf einen Eingriff, seien diese Reaktionen sichtbar oder nicht, und dem Empfinden derselben sei ein himmelweiter Unterschied". . . . p. 215 „darauf lautet meine Antwort: . . . Wenn es nun aber gelänge, diese Puppe mit einem weiteren Mechanismus auszustatten, durch welche sie in die Lage gesetzt wird, alle jene Aeußerungen von sich zu geben, die ich bei Menschen als Produkt der Bewusstseinsvorgänge zu sehen gewöhnt bin, durch welche sie sich also dauernd so benimmt, wie ein Mensch, dabei auch innerlich denselben Bau hätte, bleibt sie dann immer noch das empfindungslose Kunstprodukt? Auch dann noch werden die Eindrücke, die mir die Puppe macht, anders sein, als die ich in meinem Innern fühle — die beiden werden sich aber von einander unterscheiden, wie . . . ein Schmerz sich von der Nachricht unterscheidet, es habe jemand Schmerz gelitten".

Ich glaube nun dargethan zu haben, dass der Standpunkt, den wir eingenommen haben, unanfechtbar ist; ob der Name „objektive Psychologie" beibehalten wird, ist mir gleichgiltig.

Nachtrag.

Während das Manuskript des Vorstehenden bei der Schriftleitung des „Biologischen Centralblattes" lag, stieß ich in einer Arbeit von Dr. H. E. Hering: „Ueber Bewegungsstörungen nach centripetaler Lähmung"[2]) S. 266 auf folgende Stelle: „Es muss immer wieder betont werden, dass der Beobachter, sofern er objektiv bleiben will, die Bewegungen des beobachteten Individuums nicht nach dem inneren, sogenannten psychischen und aus den Bewegungen des Individuums erschlossenen Vorgang bezeichnen sollte, welche letzteren er in Wirklichkeit nur suggeriert, indem er ihn von sich, dem Subjekt, auf das Objekt überträgt". Hering bezeichnet es in dieser Arbeit als eine „Hypothese", „von einem anderen Individuum

1) Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen, 1894, S. V.

2) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. 38.

Digitized by Google

zu sagen, dass es etwas empfindet". Man sieht, dass Hering auf denselben Standpunkt kommt, den wir in vorstehendem genau gekennzeichnet. Es ist dies ein weiterer Beweis für die Richtigkeit desselben.

Interessant ist es auch, dass sowohl Bethe, wie Hering sich zur Unterscheidung unseres Standpunktes der Bezeichnungen „objektiv" und bezüglich „subjektiv" bedienen, welche auch ich seinerzeit zu diesem Zwecke gebraucht habe. Das spricht dafür, dass die Bezeichnung „objektive Psychologie" zweckentsprechend ist.

Wenn sowohl die Biologen als auch die Psychologen bei ihren Arbeiten auf unseren Standpunkt achten, wird viel Streit vermieden werden. Die Biologie wird auf Kosten der Psychologie wirklich zu einer neuen Weltauffassung führen. [39]

L. Hermann, Leitfaden für das physiologische Praktikum.

8. XII u. 229 Seiten. Mit 24 Abbildungen. Leipzig. F. C. W. Vogel. 1898.

Bei der immer mehr wachsenden Einsicht, dass die Studierenden neben der theoretischen Unterweisung auch der praktischen Uebung in die Technik physiologischer Versuche nötig haben, sind Anleitungen für derartige Kurse ein Bedürfnis geworden. Macht auch jeder Lehrer der Physiologie sich seinen Lehrgang bei solchen Kursen nach seinen Bedürfnissen zurecht, so wird er doch mit Interesse lesen, was ein so erfahrner Lehrer wie der Verf. dieses Leitfadens im Laufe seiner Lehrthätigkeit als praktisch erprobt hat. In dieser Beziehung wird namentlich die Einleitung, in welcher sich H. über die Organisation des physiologischen Praktikums ausspricht, allen Lehrern interessant sein und im allgemeinen auch allseitige Zustimmung finden. Der eigentliche Inhalt des Buchs, die Beschreibung der Versuche, ist natürlich mehr für die Schüler bestimmt; aber auch hier findet der Lehrer gelegentlich nützliche Winke für seine unterrichtende Thätigkeit, für welche er dem Verf. dankbar sein wird. J. R. [73]

F. Lehmann, Compendium der organischen Chemie.

Kl. 8. VIII u. 114 Seiten. Berlin. S. Karger. 1898.

Die Notwendigkeit einer gründlichen Kenntnis der Chemie für alle biologischen Fächer, namentlich Mediziner, wird allgemein anerkannt. Die große Menge von Kenntnissen aus verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften, welche sich die Anfänger in kurzer Zeit aneignen sollen, macht es notwendig, eine strenge Auswahl zu treffen, welche die Lehrbücher der einzelnen Wissenschaften natürlich nicht bieten können. Dieser Umstand hat eine Fülle von Compendien der Physik, Chemie u. s. w. hervorgerufen, welche sehr oft allerdings nur „Einpaukzwecken" für die Examina zu diesen bestimmt sind. Das vorliegende Büchlein gehört nicht zu dieser Kategorie. Es ist bei aller Kürze doch eine, selbstverständlich nicht vollständige, aber gerade für die Studierenden biologischer Fächer ausreichende Zusammenstellung des Wichtigsten auf durchaus wissenschaftlicher Grundlage und kann deshalb für diese Kreise empfohlen werden. Als ein nützlicher Zusatz ist die am Schluss angefügte, alphabetisch geordnete, kurze Terminologie und Gruppencharakteristik zu erwähnen, welche zur schnellen Belehrung über die wichtigsten Punkte dienen kann. P. [74]

Digitized by Google

In eigener Sache.

Von **M. Braun** *in Königsberg i. Pr.*

In Nr. 1 des XIX. Bandes des „Biol. Centralblattes" (1. Jan. 1899) ist ein mit „R." unterzeichnetes Referat über Kükenthal's Leitfaden für das zoologische Praktikum (Jena 1898) erschienen. Mehrere Sätze dieses Referates gehen mir mit Rücksicht auf mein i. J. 1886 erschienenes „Zootomisches Praktikum" zu weit, da manche wesentlichen, von dem Herrn Referenten hervorgehobenen Vorzüge des Kükenthal'schen Werkes auch meinem älteren Buche eigen sind, ohne dass der Referent dieser Uebereinstimmung auch nur mit einem Worte zu gedenken für notwendig gefunden hat. Im Gegenteil ruft das Referat den Eindruck hervor, als ob es kein anderes zoologisches Praktikum gäbe, in welchem „Mikroskop wie Seciermesser gleichmäfsig in Aktion" träten; „bisher — heifst es wörtlich weiter — beschränkten sich die zoologischen Praktika auf die Zergliederung einzelner gröfserer Tiere und berücksichtigten die niedere Tierwelt gar nicht oder nur in sehr unvollkommener Weise"; ferner wird die Berücksichtigung der einheimischen Süfswassertiere und der Parasiten einzelner Tiere hervorgehoben; „z. B. sind die Gregarinen aus den Regenwürmern, die Würmer und Infusorien aus dem Frosch, abgebildet".

Dem gegenüber mache ich darauf aufmerksam, dafs 1. grade die Vernachlässigung des Mikroskopes in dem Moisisovicz'schen Leitfaden, dem damals einzigen in deutscher Sprache, mich s. Zt. veranlasst hat (cf. Vorrede zu meinem Buche) Material für ein solches Handbuch zu sammeln und dass das Mikroskop mit anderen Hilfsmitteln der Untersuchung im Buche selbst genügend zur Geltung gekommen ist; dass 2. sämtliche Tiertypen, also auch die niederen, mit den wichtigsten Klassen und Ordnungen in einzelnen Vertretern abgehandelt sind, also auch bei mir eine „gleichmäfsige Behandlung aller Tiergruppen, von den Protozoen bis zu den Säugetieren" zu finden ist; dass 3. die einheimischen Tiere, auch die des süfsen Wassers berücksichtigt wurden und dass 4. auch die Parasiten nicht vernachlässigt sind; speciell Monocystis agilis aus dem Regenwurm ist S. 56 abgebildet und geschildert, während man von den parasitischen Infusorien der Frösche zwei Abbildungen (S. 63) und von parasitischen Würmern derselben Tiere ebenfalls zwei Abbildungen (S. 106 u. 108) in meinem Buche findet.

Demnach halte ich die oben wiedergegebenen Aussprüche des Referenten in der allgemeinen Form, wie sie vorliegen, für zu weitgehend und jedenfalls nicht auf mein „Zootomisches Praktikum" anwendbar. Damit ist selbstverständlich nicht gesagt, dass dem Kükenthal'schen Buche nicht auch gewisse Vorzüge zukommen; es wäre aber jedenfalls recht schlimm, wenn in zwölf Jahren ein Fortschritt nicht zu verzeichnen wäre.

---

71. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München vom 17.—25. September 1899.

Tagesordnung.

Montag, den 18. September. Vormittags 11 Uhr: Erste allgemeine Sitzung im kgl. Hoftheater. 1. Eröffnung der Versammlung und Begrüfsungs-Ansprachen. 2. Mitteilungen des 1. Vorsitzenden, Herrn Wirkl. Geh. Admiralitäts-

Digitized by Google

rates Professor Dr. Neumayer. 3. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Fridtjof Nansen: „Meine Forschungsreise nach der Nordpolregion und deren Ergebnisse". 4. Vortrag des Herrn Geheimrat Prof. Dr. von Bergmann (Berlin): „Die Errungenschaften der Radiographie für die Behandlung chirurgischer Krankheiten" (mit Demonstrationen). 5. Vortrag des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Förster (Berlin): „Die Wandlung des astronomischen Weltbildes seit einem Jahrhundert". Nachmittags 5 Uhr: Bildung und Eröffnung der Abteilungen.

Dienstag, den 19. September. Vormittags 9 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. Nachmittags 3 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. Abends 6½ Uhr: Festmahl im kgl. Odeon. (Preis des Gedeckes 6 Mk.).

Mittwoch, den 20. September. Vormittags 8 Uhr: Geschäftssitzung der Gesellschaft im grofsen Kaimsaal (Türkenstrafse). Vorläufige Tagesordnung: 1. Wahl des Versammlungsortes für 1900. 2. Wahl der Geschäftsführer für 1900. 4. Neuwahlen in den wissenschaftlichen Ausschuss auf Grund der im Tageblatt zu veröffentlichenden Vorschläge des bisherigen Ausschusses. 5. Kassenbericht. Vormittags 10 Uhr: Gemeinsame Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe unter dem Vorsitz des Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Wislicenus (Leipzig): a) Vortrag des Herrn Prof. Dr. C. Chun (Leipzig): „Erläuterungen zu seiner Ausstellung der Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition". b) Referate und Berichte über „Die Frage der Dezimalteilung von Zeit und Kreisumfang". Referenten: Prof. Dr. J. Bauschinger (Berlin), Prof. Dr. Mehmke (Stuttgart), Prof. Schülcke (Osterrode). Vormittags 10 Uhr: Gemeinsame Sitzung der medizinischen Hauptgruppe unter dem Vorsitz des Herrn Geheimrat Prof. Dr. König (Berlin): Auf Einladung der Deutschen pathologischen Gesellschaft: Vorträge der Herren Geheimrat Professor Dr. Marchand (Marburg) und Professor Dr. Rabl (Prag): „Die Stellung der pathologischen Anatomie und allgemeine Pathologie zur Entwicklungsgeschichte, speziell zur Keimblattlehre". Nachmittags von 2 Uhr ab: Kleinere Ausflüge (Starnberg, Isarthal, Schleissheim). Abends: Zwanglose Zusammenkunft in den Räumen der Sportausstellung.

Donnerstag, den 21. September. Vormittags 9 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. Nachmittags 3 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. Abends 6½ Uhr: Festvorstellung im K. Hoftheater.

Freitag, den 22. September. Vormittags 9 Uhr: Zweite allgemeine Sitzung im K. Hoftheater. 1. Vortrag des Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Birch-Hirschfeld (Leipzig): „Wissenschaft und Heilkunst". 2. Vortrag des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Boltzmann (Wien): „Der Entwicklungsgang der Methoden der theoretischen Physik in der neueren Zeit". 3. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Klemperer (Berlin): „Justus von Liebig und die Medizin". 4. Schlussreden. Nachmittags 3 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. Besichtigung wissenschaftlicher und klinischer Institute und Einrichtungen. Abends 8 Uhr: Abschiedsfest in den Hallen des Bürgerlichen Bräuhauses.

Samstag, den 23. September. Tagesausflüge unter ortskundiger Führung nach Bad Reichenhall, Chiemsee, Partenkirchen, Kochel-Walchensee, Hohenschwangau, Regensburg-Walhalla.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. August 1899.** **Nr. 16.**

Inhalt: **Rübsaamen**, Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden. — **Tornier**, Ein Eidechsenschwanz mit Saugscheibe. — **Friedlaender**, Verbesserungen und Zusätze zu meinen Notizen über den Palolo. — **Loew**, Die chemische Energie der lebenden Zellen.

Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden.

Von **Ew. H. Rübsaamen** in Berlin.

Es möchte wohl kaum eine andere Insektenfamilie geben, die hinsichtlich der Lebensweise ihrer Vertreter so vielseitig ist, wie die Gallmücken. Dass nicht alle Cecidomyiden Gallenbildner sind, ist schon lange bekannt; aber noch Dr. Fr. Löw glaubte bis zum Jahre 1878, dass alle auf Pflanzenkost angewiesen seien. Freilich war schon von Perris und Rondani behauptet worden, dass gewisse Gallmückenlarven zoophag seien, aber ihren Angaben wurde starker Zweifel entgegengesetzt (cf. H. Löw, Dipterolog. Beiträge, 1850, Teil IV, Posen, S. 24 und Winnertz, Monographie der Gallmücken, *Linnaea entomologica*, 1853, S. 196 u. 206) und erst Dr. Fr. Löw gelang es 1878 die Richtigkeit der Angaben Rondani's nachzuweisen, nach welchen sich die Larve von *Diplosis aphidimyza* Rond. von Blattläusen ernährt. Später wurden von mir und nachher auch von Kieffer andere zoophage Gallmückenlarven aufgefunden und zur Zeit sind bereits eine ziemlich große Anzahl zoophager Gallmückenlarven, die gar nicht so selten sind und sich auf mehrere Gattungen verteilen, bekannt.

Man teilt die Gallmücken in drei Unterfamilien ein: *Cecidomyinae*, *Heteropezinae* und *Lestreminae*. Die Heteropezinen, deren Larven an verwesenden Stoffen gefunden werden, z. B. unter der Rinde fauler Apfelbäume, in Pressrückständen von Runkelrüben etc. vermehren sich pädogenetisch, indem sich durch Knospung in der alten Larve eine neue Larvengeneration entwickelt und erst nachdem sich dieser Vorgang noch einmal wiederholt hat, entwickeln sich aus den Larven der letzten Generation Nymphen und aus diesen geflügelte Tiere.

Digitized by Google

Ueber diese Art der Vermehrung liegen eine ganze Reihe Mitteilungen vor. Erwähnt seien hier nur: Wagner (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1863, S. 513–527 und 1865, S. 106—118), Pagenstecher (ibid. 1864, S. 400–416), Hanin (ibid. 1865, S. 375—390) und Meinert (Naturh. Tidskr. 3 Raek, 1864, T. III, p. 37 ff., p. 83 ff. und p. 225—238; ferner 1869—70, T. VII, p. 463 und 1872, T. VIII, p. 345—378).

Bei allen andern Cecidomyiden ist bisher nur geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet worden.

Das Weibchen setzt nach der Befruchtung Eier ab, deren Anzahl bei den verschiedenen Arten zwischen 5 und 300 schwankt. Die Form der Eier ist in der Regel eine gestreckte. Bei den meisten Arten ist die große Axe 3–4mal länger als die kleine. An den Enden sind die Eier abgerundet; bald sind sie spindelförmig, bald cylindrisch etc. Für *Lestodiplosis* giebt Kieffer (Sciences naturelles, Rouen 1894) gestielte Eier an, wie sie ähnlich z. B. bei *Aleurodes* und auch bei *Phylloxera vastatrix* Planch. vorkommen.

Die Eier sind rot, gelb oder weiß je nach der Mückenart. Auch finden Uebergänge zwischen diesen Farben statt und bei manchen Arten sind die Eier anfangs weiß und nehmen erst später eine andere Farbe an. So sind z. B. nach Wagner die Eier von *Diplosis equestris* anfangs weiß, dann rosenrot und zuletzt blutrot. Die Zeit, innerhalb welcher die Larve nach dem Legen des Eies ausschlüpft, ist sehr verschieden. Winnertz hat beobachtet, dass bei großer Wärme die Larven bereits einige Stunden nach dem Legen der Eier ausschlüpften.

In Bezug auf die Farbe der Larven gilt dasselbe, was vorstehend von den Eiern gesagt wurde. Bei manchen Arten scheint jedoch der Darm grün, dunkelgelb oder rot durch und die Larve ist in diesem Falle auf der Körpermitte mit einem Längsstreif versehen. Ob aus weißen Eiern immer weiße Larven hervorgehen, aus roten rote etc. ist anzunehmen, jedoch noch nicht bestimmt nachgewiesen. Einige Larven aus dem Genus *Arthrocnodax* Rübs. sind mit Querbinden versehen.

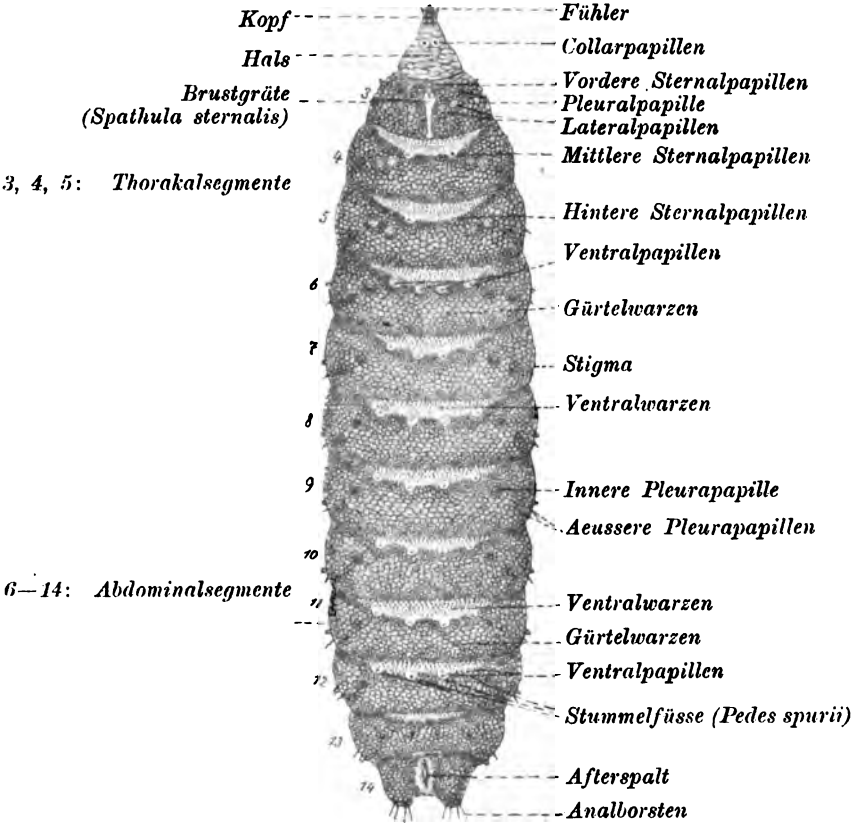
Das Wachstum der Larven ist bei den einzelnen Arten ungemein verschieden. Während es bei manchen Arten, die im Laufe eines Jahres in mehreren Generationen auftreten, ein verhältnismäßig rasches ist, entwickeln sich in Larven derjenigen Arten, die nur eine Generation haben, meist sehr langsam. So erscheint z. B. die Larve von *Oligotrophus ruber* Kieffer[1]) in den Mittelrippenschwellungen der Birke

1) Die in neuerer Zeit von Kieffer aufgestellten Cecidomyidengattungen bedürfen einer Kontrole. Ich führe daher die Gattungsnamen an, die bis Ende 1895 aufgestellt worden sind. Der dem Studium der Cecidomyiden Fernerstehende möchte durch die Masse der neuen Gattungsnamen auch nur verwirrt werden.

Digitized by Google

bis in den Spätsommer[1]) nur als farbloses, rundliches Klümpchen von kaum $^1/_2$ mm Durchmesser, um dann im Herbste verhältnismäßig rasch ihre endgiltige Größe und Färbung zu erreichen. Sie färbt sich allmählich gelblich, wird dann citrongelb und endlich leuchtend rot. Ob auch bei andern Cecidomyiden-Larven solche Farbenübergänge stattfinden, ist nicht bekannt; doch weiß man, dass ganz junge Larven fast farblos sind und erst später ihre endgiltige Färbung erhalten. Diese Färbung ist bei den verschiedenen Geschlechtern mancher Arten zuweilen etwas verschieden. Auch ist die Farbe oft von dem Stand-

Fig. 1.



Ventralansicht einer *Dichelomyia*-Larve.

orte der Galle abhängig. Auf diese Farbenvariabilität macht schon H. Löw aufmerksam (l. c. S. 22). Auch verändern manche Arten noch, nachdem sie aus ihren Gallen ausgewandert sind, in der Erde ihre Farbe. Ausgewachsene schneeweiße Larven einiger *Hormomyia*-

1) In Bezug auf die Entwicklung spielt natürlich die Temperatur eine große Rolle. In warmen Jahren wird die Entwicklung rascher vor sich gehen als in kalten.

Digitized by Google

Arten, die ich aus ihren Gallen gewaltsam herausgenommen und circa 10 Stunden dem Tageslichte ausgesetzt hatte, waren nach dieser Zeit gelb geworden.

Die Körperform der Cecidomyiden-Larven ist im allgemeinen ziemlich gestreckt, so dass ihre Länge die Breite um ein vielfaches übertrifft. Nur bei wenigen Arten tritt eine ziemlich bedeutende Verkürzung der Längsaxe ein und die Körperform wird mehr rundlich, so z. B. bei *Dichelomyia*[1]) *Pseudococcus* Rübs. und einer sehr merkwürdigen Gallmücke die einem neuen Genus angehört (*Coccomorpha* Rübs.).

Jede Larve besteht aus 14 Segmenten, von denen eins den Kopf, eins den Hals, drei den Thorax und die übrigen das Abdomen bilden. Am letzten Segmente befindet sich der After, dessen Oeffnung bei den Cecidomyinen spaltartig, bei den andern rundlich ist und dann herausgestülpt werden kann. Der Kopf trägt die zweigliedrigen Fühler. Auf der obern Seite des 2. Segmentes befinden sich unter der Haut in der Regel zwei kommaartige Pigmentflecke, von denen man annimmt, dass durch sie die Larve Lichtreize wahrzunehmen vermag. Für die Unterscheidung der Arten ist die Bildung des letzten Segmentes mit von großer Bedeutung. In der Regel befinden sich am Ende dieses Segmentes 8 kleine Zäpfchen die meist mit größern oder kleinern Borsten versehen sind. Seltener sind nur 6 solcher Zäpfchen vorhanden (z. B. *Lestodiplosis* Kieffer) noch seltener erscheinen zwei dieser Zapfen als gegliederte Fortsätze (z. B. bei *Anthrocnodax* Rübs.), die Körperhaut ist entweder glatt (bei vielen Arten der Gattung *Diplosis* H. Lw.) oder mit Wärzchen besetzt, die bald gekörnelt, bald glatt, rundlich oder spitz zulaufend sein können. Seltener werden diese Warzen plattenartig wie bei *Iridomyza Kaltenbachii* Rübs.; bei manchen Vertretern der *Epidosis*-Gruppe sind die einzelnen Segmente längsgestreift. Ueber die Ursache dieser so sehr verschiedenartigen Bildung der Larvenhaut ist man bis jetzt ganz im Unklaren. Dasselbe gilt auch von den vielen Papillen, die sich am Körper der Larve befinden und die man je nach der Lage als Sternal-, Lateral-, Pleural, Dorsal, Ventral-Papillen etc. bezeichnet. Die Papillen auf der Rückenseite der Larve sind meist, diejenigen auf der Bauchseite seltener mit Borsten besetzt. Diese Borsten dienen jedenfalls dazu, dem Tiere Sinneseindrücke zu vermitteln. Für gewöhnlich sind diese Borsten ziemlich kurz; in sehr seltenen Fällen werden sie körperlang und sind dann zuweilen an der Spitze etwas verdickt.

Eine Eigentümlichkeit der meisten Gallmückenlarven ist die sogenannte Brustgräte (*Spathula sternalis*) die bei den verschiedenen

1) In Bezug auf die Berechtigung der Gattungsnamen *Cecidomyia*, *Dichelomyia*, *Perrisia* etc. Vergl. meinen in Kürze in den Entomologischen Nachrichten (Berlin) erscheinenden Artikel über Gallen aus Europa, Asien, Afrika und Amerika.

Digitized by Google

Arten sehr verschieden gebaut sein kann und sich stets auf der untern Seite des ersten Thorakalsegmentes befindet. Sie besteht in der Regel aus einem unter der Haut liegenden stark chitinisierten Stiele, der an seiner Basis und an seinem vorderen Ende etwas verbreitert ist und vorne unter der Haut hervorragt und hier in einem oder in mehreren Zähnen endigt. Gewöhnlich sind zwei solcher Zähne vorhanden und die Gräte sieht gabelförmig aus. Beim Genus *Asphondylia* H. Lw. ist jeder Zahn noch einmal gespalten, so dass die Gabel vierzinkig wird, während bei andern Gallmücken z. B. *Campylomyza* (aus der 3. Unterfamilie) die Gabel oft dreizinkig ist. Seltener ist gar keine stielartige Verschmälerung der Gräte vorhanden und das unter der Haut liegende Stück ist plattenartig.

Fig. 2. Fig. 3.

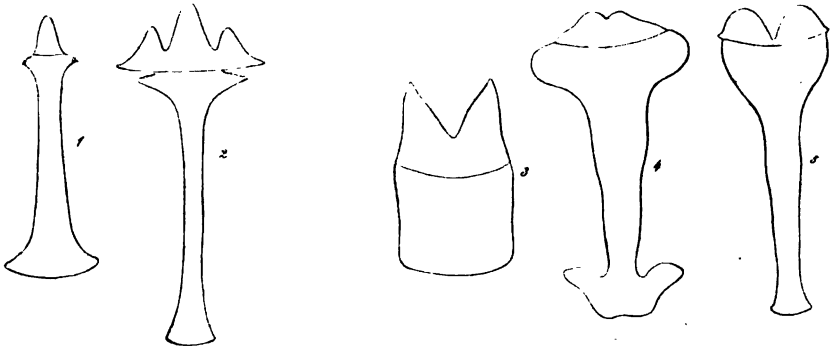


Fig. 2 u. 3. Brustgrätenformen.
1. Dichrona gallarum Rübs. *2. Campylomyza* spec. (an *Arundo*). *3. Dichelomyia rosaria* H. Lw. *4. Dich. saliciperda* Duf. *5. Macrolabis pavida* Wtz.

Beispiele für diese Art der Grätenbildung liefert der Genus *Hormomyia* H. Lw., auch bei *Cecidomyia rosaria* Schrk., deren Larven in den bekannten Rosetten an der Spitze der Weidenzweige sitzt, und einigen andern, ist eine solche Bildung vorhanden. Ueber den Zweck dieser Brustgräten gehen die Ansichten auseinander. Einerseits hält man dafür, dass sie der Larve als Bewegungsorgan diene. Mittels der Gräte soll die Larve innerhalb der alten Larvenhaut (dem Tönnchen) oder der Galle ihre Lage verändern können. Von anderer Seite wird darauf hingewiesen, dass sie gewissen Larven, die ihre Gallen behufs Verwandlung in der Erde verlassen, zum Fortschnellen diene. Ferner ist behauptet worden, dass die Larve, deren Mundwerkzeuge hierzu nicht geeignet scheinen, mittels der Gräte die Nährpflanze verletze um den ausfließenden Saft zu verzehren; von anderen wird die Brustgräte als Bohrapparat angesehen, mit welchem die Larve kurz vor der Verwandlung die Gallenwand fast ganz durchbohre, so dass die Puppe später mit Leichtigkeit das stehen gebliebene dünne Häutchen

durchbrechen könne und endlich ist die Ansicht geäußert worden, dass die Gräte bei Anfertigung des Cocons mitwirken könne.

Die Fähigkeit, sich fortzuschnellen, besitzen nur Vertreter des alten Genus *Diplosis* H. Lw. (wozu auch die vorhergenannte *Bremia aphidimyza* Rond. gehört) und gewisse Larven aus der *Epidosis*-Gruppe. Zur Fortbewegung beim Kriechen dienen die Stummelfüße (pedes spurii) und die meist spitzen Ventralwärzchen. Bei gewissen Arten befinden sich ähnliche Wärzchen, die ich als Dorsalwärzchen bezeichnet habe, auch noch auf dem Rücken. Diese Rückenwärzchen scheinen nur bei solchen Larven vorzukommen, bei welchen auch sie thatsächlich als Bewegungsorgane funktionieren können, das ist z. B. bei denjenigen Larven, welche unter Baumrinde oder zwischen den Blattscheiden gewisser Pflanzen leben. Bei vielen der unter Baumrinde lebenden Cecidomyiden-Larven besitzt der Körper nicht die den meisten Gallmücken-Larven eigentümliche Weichheit. In der That würden die Tiere sich nicht oder nur schwer unter der Rinde fortbewegen können, wären sie nicht widerstandsfähiger, als die in Gallen oder frei lebenden Arten. Viele xylophage Larven, vorzugsweise die zur *Epidosis*-Gruppe gehörenden, sind daher ziemlich lang gestreckt und hart und erinnern etwas an den bekannten Drahtwurm. Bei manchen Larven entwickeln sich einige dieser Wärzchen zu ziemlich stark gebogenen Krallen; dies ist z. B. der Fall bei einigen Larven aus der *Epidosis*-Gruppe und so weit bekannt, nur bei einer einzigen andern Art *Coccomorpha circumspinosa* n. g. n. sp.[1]), die einen Uebergang der *Lasioptera*-Gruppe zur *Diplosis*-Gruppe darzustellen scheint.

1) Ich gebe hier eine vorläufige Beschreibung dieser neuen Art. Die Larve lebt zwischen den Blattscheiden von *Carex*. Sie ist ungefähr doppelt so lang wie breit, ziemlich stark depress. Der Darm ist blassgelb rötlich, die Seiten farblos. Jedes Segment ist seitlich mit einer dichten Reihe meist gegabelter Dornen versehen, wodurch das Tier zusammen mit der depressen Körperform ein coccidenartiges Aussehen erhält. Der Rücken ist mit sehr kleinen runden Wärzchen, die sehr entfernt stehen, bedeckt. Stigmenzahl wie gewöhnlich die Puppe zeichnet sich dadurch aus, dass die vier ersten Abdominalsegmente mit zapfenartig verlängerten Stigmen, ähnlich den Atemröhrchen des 1. Thorakalsegmentes versehen ist. Die Mücke (Männchen!) ist honiggelb, der Thoraxrücken ist mit drei braunen Striemen versehen. Fühler 2 + 10gliedrig; die stielartige Verschmälerung wenig kürzer als der Fühlerknoten. Taster dreigliedrig. Flügelvorderrand behaart. Die erste L.-A. kurz, vor der Mitte in den Vorderrand mündend; die zweite L.-A. an der Spitze nach hinten gebogen und in die Flügelspitze mündend; die dritte L.-A. gabelt ungefähr in der Mitte. Beine beschuppt. Die Fussklauen gespalten. Empodium kürzer als die Kralle. Die Basalglieder der Haltezange ziemlich dick und doppelt so lang wie die Lamellendecke. Letztere tief gespalten und kürzer, als die darunter liegende, an der Spitze ausgerandete Lamelle. Der kurze Penis farblos. Weibchen unbekannt.

Kieffer hat in seiner Arbeit im Bulletin de la Société d'hist. nat. de

Digitized by Google

Die Stummelfüße sind, wie zu erwarten ist, bei den vagierenden Arten viel stärker entwickelt, als bei denjenigen, die ihren Wohnplatz nicht oder nur behufs Verwandlung in der Erde verlassen.

Bei diesen letzteren treten diese Stummelfüße nur als abgerundete flache Wülste[1]) auf, während sie bei vagierenden Larven, wie z. B. bei *Lestodiplosis* Kffr., *Arthrocnodax* Rübs. und *Rübsaamenia* Kffr. zapfenartige Verlängerungen bilden, die an ihrer Spitze sogar wieder etwas verdickt sein können. Je nach dem Genus ist die Anzahl dieser Stummelfüße verschieden; so hat z. B. *Lestodiplosis* an jedem Abdominalsegmente (mit Ausnahme der beiden vorletzten!) drei, *Rübsaamenia* hingegen 2 Stummelfüße, während bei den Cecidomyinen in der Regel 4, aber nur wulstig vertretende Stummelfüße vorhanden sind.

Auch die Fühler sind bei den vagierenden Arten am stärksten entwickelt. Bei *Lestodiplosis* Kffr., *Mycodiplosis* Rübs., *Arthrocnodax* Rübs. u. a. m. sind sie z. B. so lang, dass sie die Kopfspitze weit überragen, dünn und beweglich, während sie bei andern Arten, die ihre ganze Verwandlung in einer Galle bestehen, nur kurze Stümpfchen sind.

Fig. 4.

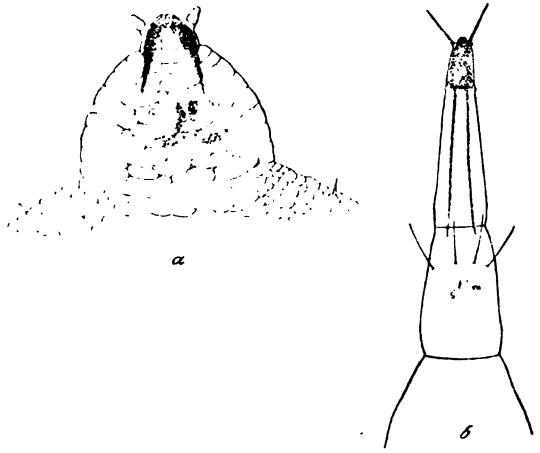


Fig. 4. Die vorderen Segmente *a* einer phytophagen, *b* einer zoophagen Larve. *Arnoldia* und *Arthrocnodax*.

Wie sehr die Lebensweise auf die Gestalt der Larve von Einfluss ist, fällt sofort auf, wenn man eine der letzterwähnten Arten z. B.

Metz 1898 p. 1—64 auf S. 56 eine neue Gattung *Rhizomyia* mit der Art *perplexa* beschrieben. Das Tier ist möglicherweise mit *Coccomorpha circumspinosa* m. identisch. Die Larve von *Rhizomyia* soll aber 10 Stigmenpaare haben. Die Kieffer'sche vorläufige (?) Beschreibung ist jedoch so dürftig, dass die Identität mit Sicherheit nicht nachzuweisen ist.

1) Es ist falsch, diese Stummelfüße mit den Namen Pseudopodien zu belegen oder den ganzen Wulst als Papille zu bezeichnen.

Digitized by Google

Dichelomyia rosaria H. Lw. mit einer *Arthrocnodax*-Larve vergleicht. Letztere leben meist auf dem als *Erineum* bezeichneten, von Gallmilben hervorgebrachten Filze, der an vielen Pflanzen z. B. *Acer*, *Vitis*, *Populus* etc. nicht selten ist. Diese Erineen bestehen aus mehr oder weniger fadenartigen Emergenzen, die an ihrer Spitze oft umgebogen und mehr oder weniger unregelmäßig verdickt sind und sich mit diesen Verdickungen dicht aneinander legen, so dass auf diese Weise über den sie erzeugenden Milben ein Schutzdach gebildet wird, das allerdings hie und da Lücken aufweist. In diese Lücken stecken nun die *Anthrocnodax*-Larven ihren Kopf, um die unter dem Schutzdache sitzenden Gallmilben zu verzehren. Da die erwähnten Oeffnungen winzig klein sind, so hat sich der Larvenkörper diesen Verhältnissen angepasst und die drei ersten Segmente des Tieres sind infolge dessen ungemein dünn und lang geworden. Bei den in Gallen lebenden Cecidomyiden-Larven sind im Gegensatze hierzu Kopf und Halssegment meist sehr kurz und der Larvenkörper verjüngt sich nach vorne viel plötzlicher. Mit wenigen Ausnahmen besitzen die Gallmückenlarven am ersten Thorakalsegmente und an allen Abdominalsegmenten mit Ausnahme des letzten jederseits ein Stigma. Die von ihnen in das Innere des Körpers führenden Tracheen sind untereinander durch zwei Längsstämme verbunden, von denen sich feinere Aeste abzweigen. Nur bei einigen an *Pinus* lebenden Cecidomyiden-Larven befinden sich auch am letzten Segmente Stigmen, so z. B. bei *Cecidomyia pini* Geer, deren Larve die bekannten Harztönnchen auf Kiefernnadeln bildet.

Die Verwandlung zur Puppe erfolgt bald in der Erde, bald an der Nährpflanze. Meist bildet die Larve dabei ein äußerst feines Cocon, das in der Regel an beiden Enden geschlossen ist. Nur in einem einzigen Falle bei *Thurauia aquatica* Rübs. ist das Gespinnst an dem einen Ende offen. In anderen Fällen geht die Verwandlung vor sich, ohne dass die Larve ein Gespinnst anfertigt, so z. B. bei *Diplosis inulae* H. Lw., die sich frei in der Galle verwandelt oder auch wie bei gewissen *Oligotrophus*-Arten, zu denen die berüchtigte Hessenfliege [*Olig. destructor* (Say)] gehört, die sich unter der alten Larvenhaut, die hart und braun wird und die man dann mit dem Namen Tönnchen bezeichnet, verwandeln. Ganz vereinzelt steht wieder die vorher erwähnte *Thurauia aquatica* Rübs., eine zur *Diplosis* Gruppe gehörende Gallmücke, die, soweit ich dies bis jetzt zu beobachten Gelegenheit hatte, erst ein Tönnchen bildet, dann dieses zerstört, und sich dann in einem Cocon zur Nymphe verwandelt.

Ueber die Art der Anfertigung dieser Cocons herrscht noch ziemliches Dunkel. Herm. Loew hielt die Cocons für Gespinnste, auch die Harzcocons von *Cecidomyia pini* Geer. Winnertz widerspricht ihm hierin. Er sagt in seiner Monographie der Gallmücken S. 197: „Die Angaben mehrer Schriftstellen, dass die Larven der Gallmücken spinnen,

Digitized by Google

kann ich nicht bestätigen. Meine Beobachtungen gehen dahin, dass sie die seidenartige Umhüllung, in welcher die Puppe liegt, gleichsam ausschwitzen und dass diese Masse sich krystallinisch und sackförmig um die Larve legt. Ich bemerkte bei den Larven mehrer Arten, welche sich an Blättern angesetzt hatten, wie sich schon nach 24 Stunden ein weißer Hof in einiger Entfernung um sie ablagerte, der auch nicht die Spur eines Fadens zeigte, sondern nach und nach in einzelnen fadenartigen Teilchen sich ablagerte (etwa wie nadelförmige Krystalle sich bilden), ohne dass die Larve die geringste Bewegung verriet, was mehr oder weniger der Fall hätte sein müssen, wenn sie bei der Entstehung mitgewirkt hätte. Gewöhnlich ist das Säckchen nach wenigen Tagen fertig und auch dann ist selbst bei starker Vergrößerung noch kein eigentlicher Faden wahrzunehmen. Wenn Herr Dr. Loew anführt, dass die Fertigkeit zu spinnen besonders die zur Untergattung *Cecidomyia* gehörigen Arten besitzen, so muss ich bemerken, dass zwar die Puppen fast aller dieser Arten in einem weißen Säckchen liegen, dass ich mich aber bei keiner einzigen davon überzeugen konnte, dass dieses Säckchen ein wirkliches Gespinnst ist, selbst nicht bei *Cec. Pini* Deg., obgleich Herr Dr. Loew behauptet, dass es bei dieser Art unbestreitbar ein Gespinnst sei".

Dass Winnertz in mancher Hinsicht nicht ganz unrecht hat, scheint mir sicher. Bei manchen Gallmücken scheint sich das „Säckchen" in der That in der von Winnertz angegebenen Form zu bilden, so dass man dasselbe wohl für eine „Ausschwitzung" erklären könnte. So sah ich z. B. Larven von *Colomyia clavata* Kffr., die mir auf einem Birkenklotze aus Tharand zugeschickt wurden und dem Anscheine nach in ein Cocon eingehüllt waren. In Wirklichkeit war es jedoch nur eine schildartige Decke, ähnlich derjenigen der Diaspiden, unter welcher die Larve lag. Diese Decke erschien unter dem Mikroskope als ein feines gleichmäßig gebautes Häutchen; auch bei starker (500facher) Vergrößerung war keine Spur eines Fadens wahrzunehmen. Die Möglichkeit, dass derartige Hüllen durch die Haut abgesonderte, an der Luft hartgewordene Sekrete sind, ist jedenfalls nicht vollständig von der Hand zu weisen. Ob und in welcher Weise die Papillen, mit welchen der Körper der Larven bedeckt ist, bei Anfertigung dieser Hüllen in Betracht kommen, darüber muss die Zukunft Aufklärung bringen. Bei vielen Cocons lassen sich freilich deutlich Fäden nachweisen; aber ebensowenig wie ihre Gegenwart den Beweis erbringt, dass das Tier sie mit dem Munde gesponnen hat (und dieses hat Winnertz wohl hauptsächlich in Abrede stellen wollen) ebensowenig beweist ihre Abwesenheit, dass das Cocon ein „Ausschwitzungsprodukt" ist. Auch bei *Cecidomyia pini* Geer bleibt, wenn man das Harzcocon einige Zeit in Terpentinöl legt, ein fädliches Gerüste übrig. Ich habe Larven von *Cecidomyia pini* angetroffen, bei denen das Harztönnchen noch

Digitized by Google

glasartig war und keine Fäden erkennen ließ. Ohne dass ich konstatieren konnte wie dies seinen Zugang hatte, wurde das Tönnchen allmählich ganz undurchsichtig und erreichte seine Endbildung.

Manche Larven, die sich der Regel nach in ihren Gallen verwandeln, wandern unter Umständen jedoch aus, um ihre Verwandlung in der Erde zu bestehen. Dies geschieht oft bei Gallen, die zur Zucht ihrer Insassen abgeschnitten und ins Zimmer gesetzt wurden. Jedenfalls fühlen sich die Larven in diesem Falle unbehaglich in den Gallen, die naturgemäß ihre natürliche Frische nicht lange bewahren. Bei manchen Arten scheint jedoch auch die Zeit der Verwandlung eine Rolle zu spielen und zwar insofern als die überwinternden Larven zur Verwandlung in die Erde gehen, während die Sommergeneration in der Galle verbleibt.

Interessant sind die Mitteilungen, welche Winnertz in Bezug auf das Verhalten der Larven bei Gewitter macht. Es heißt l. c. S. 197. „Bei einigen Arten: *Cec. cardaminis* m.. *saliati* m., *terminalis* H. Lw., *acrophila* m. und *pavida* m., beobachtete ich eine ungewöhnliche Lebhaftigkeit nach einem Gewitter. Alle diejenigen, welche in die Erde gegangen waren, kamen bei einbrechender Dunkelheit wieder daraus hervor und wanderten mit großer Unruhe und Behendigkeit umher. Ich fing sie in Schüsseln, die ich unter die Töpfe stellte, auf, und wenn ich sie dann morgens wieder in Töpfe brachte, so krochen sie sofort in die Erde.

Fig. 5.

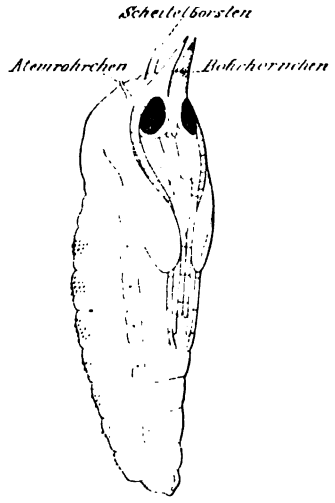


Fig. 5. *Dichelomyia saliciperda* Duf. Puppe.

Diese Wanderungen wiederholten sich, so oft ein Gewitter ausbrach, und ich habe sie bei einigen Individuen noch fast 2 Monate nach dem Auskriechen aus der Galle wahrgenommen".

Digitized by Google

Ich selbst habe bei meinen zahlreichen Zuchten nie etwas ähnliches bemerkt; aber Winnertz ist ein sehr glaubwürdiger Beobachter und so mag es mit seinen Angaben immerhin seine Richtigkeit haben.

Die Nymphen der Gallmücken sind sogenannte Mumienpuppen, d. h. an der Puppe sind schon die einzelnen Teile der Gallmücke: Kopf, Fühler, Augen, Flügel, Beine etc. zu erkennen. Charakteristisch sind für diese Puppen die Thorakalstigmen, die meist hörnchenartig hervorragen und als Atemröhrchen bezeichnet werden. Nur bei sehr wenigen Cecidomyiden befinden sich die Stigmen auch am Abdomen an der Spitze ähnlicher Verlängerungen. Auch der Körper der Nymphen ist mit einer Anzahl Papillen bedeckt, die bald mit Börstchen versehen sind, bald nicht. In der Regel sind diese Börstchen ziemlich kurz; seltener erreichen sie eine ansehnliche Länge, so z. B. die im Gesichte der Nymphe von *Dichelomyia inclusa* Frfld. stehenden Borsten. Die Beine und Flügelscheiden sind bei den verschiedenen Arten von verschiedener Länge. Zuweilen sind sie sehr kurz wie bei manchen *Hormomyia*-Arten, seltener überragen die Beinscheiden teilweise das Abdomen wie z. B. bei *Lasioptera arundinis* Gir., wo die Scheiden der Hinterbeine länger sind als das Abdomen. Meist sind die Scheiden der Vorderbeine am kürzesten und diejenigen der Hinterbeine am längsten; seltener sind die Beinscheiden fast gleich lang wie bei *Asphondylia*.

Bei manchen Gallmückennymphen, besonders denjenigen, die ihre Verwandlung in ihren Gallen bestehen und sich aus denselben herausbohren müssen, ist die Basis der Fühlerscheiden hornartig vorgezogen und dann meist scharf zugespitzt wie z. B. bei *Dichelomyia saliciperda* Duf. Seltener sind diese als Bohrhörnchen bezeichneten Fortsätze zweispitzig wie bei *Dichelomyia inclusa* Frfld. oder bei *Cecidomyia inulae* H. Lw.[1]). Bei *Asphondylia* befinden sich auch noch zwischen den Augen kleine Stacheln, die zur Unterscheidung der Arten äußerst wichtig sind, über deren Funktion aber bis jetzt nichts bekannt geworden ist. Zum Herausschieben aus den Gallen oder aus dem Cocon dienen kleinere oder größere Stachelchen auf dem Rücken des Abdomens. Bei Bewegungen der Nymphe wirken diese Stachelchen ähnlich wie die Grannen einer Getreideähre, die man sich umgekehrt in den Rockärmel steckt.

Die Puppenruhe dauert nicht lange und fast nie mehr als 14 Tage auch bei Arten mit nur einer Generation. So viel bis jetzt bekannt

1) Ich möchte an dieser Stelle auf einige Fehler in meiner Arbeit: „Die Gallmücken des Königl. Museums für Naturkunde zu Berlin, Berliner Ent. Zeitung, Bd. XXXVII, 1892, S. 410“ aufmerksam machen. Bei Tafel XVI Fig. 2 ist irrtümlich *Dichelomyia inclusa* (Frfld.) statt *Diplosis inulae* H. Lw. angegeben. Die Abbildung der Puppe von *Dichelomyia inclusa* befindet sich Taf. XV Fig. 3. Auf Taf. X sind 2 Figuren mit der Zahl 7 bezeichnet. Die Figur oben rechts stellt den Flügel von *Oligarces paradoxus* Mein. dar.

Digitized by Google

ist, überwintern die Gallmücken der Regel nach im Larvenstadium. Bei Arten mit mehreren Generationen dauert daher das Larvenstadium der letzten Generation länger als das der vorhergehenden. Manche Larven leben nur verhältnismäßig kurze Zeit in ihrer Nährpflanze. So erzeugt z. B. eine noch unbeschriebene Gallmücke im Mai, wenn die Blätter der Eichen aus den Knospen hervorgebrochen sind, kleine Ausstülpungen nach oben. Ende des Monates sind die Larven, die bis dahin die kleinen Grübchen an der Blattunterseite bewohnt haben, bereits zur Verwandlung in die Erde gegangen, worin sie bis zum nächsten Frühjahre verbleiben.

Bei manchen Arten z. B. *Asphondylia Hornigi* Wachtl, welche Blütendeformationen an *Origanum vulgare* hervorbringt, ist die Art der Ueberwinterung nicht aufgeklärt. Diese Art verlässt ihre Gallen im Herbste, also zu einer Zeit, wo eine neue Gallenbildung wohl kaum möglich ist. Ob das Tier als Imago überwintert, ob es im Herbste irgendwo seine Eier absetzt, an *Origanum* oder einer andern Pflanze, ist unbekannt. Dass aber auch ein und dieselbe phytophage Gallmücke zu verschiedenen Jahreszeiten, vielleicht an verschiedenen Pflanzen, leben könnte, scheint nicht ganz unmöglich. Analogien aus anderen Insektenordnungen sind jedenfalls vorhanden.

Wie schon vorher erwähnt, dauert die Puppenruhe bei den Cecidomyiden in der Regel nicht lange. Die Puppe ist anfangs gelbweißlich. Ganz allmählich verändert sich dann die Farbe. Die Augen werden in der Regel erst rot und dann schwarz, manchmal, wie es scheint, auch gleich schwarz, so z. B. bei *Bremia aphidivora* Rübs. (cf. Wiener Ent. Zeitung, X. Jahrg., 1891, S. 15). Die Färbung der Augen scheint stets von der Mitte, also dem höchsten Punkte einer jeden Facette auszugehen. Thorax und Abdomen nehmen zur selben Zeit allmählich die Farbe an, die sie später bei der Imago haben. Bei der ausgefärbten Puppe sind sogar die Rückenstriemen des Thorax und die Segmentbinden des Abdomens deutlich zu erkennen, falls die Mücke mit diesen Zeichnungen versehen ist. Bei den meisten Nymphen ist der Kopf, der Thorax und die Scheiden der Fühler, Beine und Flügel dunkelbraun, das Abdomen gelb oder rot je nach der Farbe der Imagines. Die Asphondyliennymphen sind meist ganz dunkelbraun.

Ist die Puppe reif, so platzt die Puppenhaut auf dem Thoraxrücken und die Mücke schlüpft aus der alten Haut, indem sie allmählich Flügel, Beine und Fühler aus den Scheiden herauszieht. Bei Zimmerzucht ereignet es sich nicht gerade selten, dass die Mücke nicht im Stande ist, sich ganz von der Puppenhaut zu befreien und man findet sie dann tot, meist noch mit Fühler und Beinen teilweise in den betreffenden Scheiden hängen.

Für uns sind die Cecidomyiden geruchlos. Eine Ausnahme hievon macht nur das Genus *Macrolabis* Kieff., das, mit dem Genus *Cecido-*

Digitized by Google

myia H. Lw. nahe verwandt ist. Sind diese Mücken im Zuchtgläschen ausgeschlüpft, so kann man an dem moschusartigen, ziemlich intensiven Geruche, den diese Tiere ausströmen, sofort erkennen, dass man Vertreter des Genus *Macrolabis* vor sich hat. Ob die Mücken an und für sich diesen Geruch verbreiten oder ob er nur beim Ausschlüpfen entwickelt wird, weiß ich nicht. Jedenfalls haftet der Geruch noch einige Zeit, nachdem die Mücke bereits entfernt war, am Zuchtglas.

Die Imagines der Cecidomyiden variieren in Bezug auf ihre Größe zwischen kaum 1 mm und 6 mm. Die kleinsten Formen stellen die Genera *Oligarces*, *Heteropeza*, *Clinorhyncha*, die größesten die Gattung *Hormomyia*. Die Flügel fehlen selten ganz (*Campylomyza*). Sind sie vorhanden, so sind sie mit 2—6 Längsadern versehen. Zwei Längsadern kommen z. B. bei der pädogenetisch sich fortpflanzenden Gattung *Oligarces* Mein. vor, 5—6 bei *Lestremia*. Alle Cecidomyinen haben in der Regel drei Längsadern, von denen die dritte gegabelt ist. Bei *Lasioptera* Mg. und *Clinorhyncha* H. Lw. liegen die beiden ersten dem Vorderrande fast an und sind wie dieser beschuppt. Dasselbe gilt auch von dem diesen Gattungen nahestehenden Genus *Choriostoneura* Rübs., bei welchem jedoch statt der gegabelten dritten Längsader zwei einfache Adern vorhanden sind. Bei dem zur *Epidosis*-Gruppe gehörenden Genus *Colomyia* Kffr. ist von der dritten, der Gabelader nur der Stiel übrig geblieben, während die beiden Zinken verschwunden sind. Bei *Brachyneura* Rond., *Ledomyia* Kffr. und der zweifelhaften Gattung *Lasiopteryx* Westw. ist die ganze Flügelfläche beschuppt. Die drei letztgenannten Gattungen stellt Kieffer zu den Heteropezinen; ob mit Recht, bleibt vorläufig noch fraglich. Im übrigen findet sich Schuppenbildung nur noch bei *Dichelomyia* Rübs., *Macrolabis* Kffr. und *Arnoldia* Kffr. Bei diesen Gattungen sind Flügelvorderrand, Abdomen und Beine beschuppt, während bei den übrigen Cecidomyinen Körper, Beine und Flügel behaart sind.

Einen Uebergang bildet hier das Genus *Coccomorpha* Rübs., bei welchem der Flügelvorderrand behaart, die Beine hingegen beschuppt sind. Auch in Bezug auf die Anzahl und Bildung der Taster-, Fühler- und Tarsenglieder kommen ziemlich große Abweichungen vor. So hat z. B. *Oligarces* Mein. keine Taster, 11gliedrige Fühler und nur zwei Tarsenglieder; *Heteropeza* Wtz. hat drei Fußglieder, 10—11gliedrige Fühler und — falls die Angaben von Winnertz richtig sind — 4gliedrige Taster. *Miastor* Mein. hat 4gliedrige Tarsen, 11—13gliedrige Fühler und 2gliedrige Taster. *Pero* Mein. 5gliedrige Tarsen, 14 (♀) — 23 (♂) — gliedrige Fühler und 3gliedrige Taster etc. Die Cecidomyinen und Lestreminen haben jedoch in der Regel 5gliedrige Tarsen und 4gliedrige Taster. Beide Unterfamilien unterscheiden sich außer andern Merkmalen dadurch, dass bei ersteren das erste Tarsenglied ungemein kurz, bei letzteren jedoch länger als das zweite ist.

Digitized by Google

Während in Bezug auf die Tarsenbildung hier keine Ausnahmen vorkommen, variiert aber in diesen beiden Familien die Zahl der Tasterglieder zwischen 1 und 4; ebenso ist die Anzahl der Fühlerglieder sehr verschieden.

Innerhalb der 1. Unterfamilie (*Cecidomyinae*) variieren sie zwischen 10 und 36 [vorausgesetzt, dass die Angaben von Winnertz, nach welchen *Hormomyia fasciata* Mg. (Kieffer ändert den Namen dieser verschollenen Gallmücke ab in *Hom. Winnertzi* Kffr.) 2 + 34gliedrige Fühler hat, richtig ist]. Bei den Lestreminen variiert die Anzahl der Fühlerglieder zwischen 8 und 20.

Verschieden ist auch die Form der Fußkrallen. Bei vielen Gallmücken sind alle Krallen einfach, bei andern gespalten; bei *Bremia* und andern *Diplosis*-Gattungen sind die Krallen an den vordern Füßen gespalten an den hintern einfach; meist werden sie nach der Spitze zu allmählich dünner, seltener sind sie vor der Spitze erweitert, bald sind sie glatt, bald gesägt etc.

Die Cecidomyiden sind im allgemeinen träge. Im Zuchtbehälter sitzen die meisten Arten oft stundenlang an derselben Stelle, indem sie nur mit den Spitzen der äußersten Tarsen die Unterlage berühren. Manche Arten heben dabei nach Art der Chironomiden die Hinterbeine oft etwas empor. Beweglicher sind schon viele Arten aus zoophagen Larven, die man nicht selten behende umherlaufen sieht. Die Cecidomyiden gehören im allgemeinen nicht zu den guten Fliegern. Ihre Flügel scheinen auch mehr auf ein Schweben als auf ein rasches energisches Vorwärtskommen eingerichtet zu sein. Zu den besseren Fliegern gehören jedenfalls die meisten *Diplosis*-Arten, besonders diejenigen, mit verhältnismäßig schwachem Abdomen. Schwerfälliger ist schon der Flug der Vertreter der *Lasioptera*-Gruppe, noch unbehilflicher sind viele *Rhopalomyia*-Arten und die großen plumpen *Hormomyia*-Arten, zu welchen *Rhopalomyia* hinüberleitet, fliegen wohl überhaupt nicht, sondern klettern am Halme empor, trotzdem auch bei diesen immerhin die Flügel noch verhältnismäßig gut entwickelt sind. Bei einer mit *Hormomyia* nahe verwandten Gallmücke, *Dichrona gallarum* n. g. n. sp.[1]) sind die Flügel schon viel kürzer als das plumpe

1) *Dichrona gallarum* Rübs. Thorax honigbraun, mit 3 dunklen Striemen, Abdomen beim ♀ rot, an den Seiten schwärzlich, oben und unten höchstens mit Andeutungen von Binden, Legeröhre nicht vorstreckbar, Abdomen des Männchens bräunlich gelb, Fühler braun, beim ♂ 2 + 13gliedrig; jedes Glied mit Ausnahme des letzten, besteht aus 2 Knoten und zwei Einschnürungen; eder Knoten mit zwei Bogenwirteln; die Fühler des ♀ sind 2 + 12gliedrig; das erste Geißelglied besteht aus zwei Knoten mit den zugehörenden Einschnürungen, jedes folgende Glied hat nur einen Knoten; auch hier ist jeder Knoten mit zwei Bogenwirteln, die aber kleiner sind als beim Männchen, versehen. Klauen schlank und ziemlich lang doch nicht länger als das Empodium. Flügel viel kürzer als das Abdomen, nur bis ans Ende des 6. Ab-

Digitized by Google

Abdomen und bei einer *Campylomyza*-Art, welche Kieffer als *Wasmanniella aptera* bekannt gemacht hat, scheinen die Flügel, wenigstens bei den Weibchen (Männchen sind nicht bekannt), stets zu fehlen, während bei einer andern Art, *Campylomyza dimorphogyna* Rübs.[1]), in Bezug auf Flügelbildung Dimorphismus vorhanden ist. Bei dieser Art sind die Männchen stets geflügelt; bei den Weibchen fehlen die Flügel ganz oder sie sind nur rudimentär vorhanden.

Die größere oder geringere Behendigkeit der Gallmücken findet leicht ihre Erklärung in der Lebensweise dieser Tiere. Dass Fleischfresser im allgemeinen viel lebhafter sind als Pflanzenfresser, ist bekannt. Zudem sind die Mücken aus zoophagen Larven gezwungen, Blattlaus- oder Milbenkolonien oder andere Gallmückenlarven aufzusuchen, um daselbst ihre Eier abzusetzen. Einen Uebergang bildet das Genus *Arthrocnodax* Rübs. Die Larven der *Arthrocnodax*-Arten verwandeln sich in der Regel an denselben Blättern, an denen sie ihre Nahrung gefunden haben. Die auskommenden Weibchen werden also meist nicht nötig haben, weite Wanderungen zu unternehmen, um geeignete Stellen für ihre Nachkommen zu suchen. In der Regel finden diejenigen Cecidomyiden, welche Gallen erzeugen, die betreffenden Pflanzen dort in Menge vor, wo sie ihre Verwandlung durchgemacht haben. Manche von ihnen, besonders solche, welche auf Holzpflanzen leben, sind jedoch immerhin gezwungen, ausgiebigen Gebrauch von ihren Flügeln zu machen.

Bei Arten, welche Gallen an herdenweise auftretenden, krautartigen Pflanzen z. B. *Artemsia campestris* hervorbringen, tritt die Notwendigkeit des Fliegens immer mehr zurück, und so sehen wir z. B. *Rhopalomyia artemisiae* Bche. als schlechten Flieger, während bei den *Hormomyia*-Arten, die alle auf *Carex* angewiesen sind, diese Fähigkeit fast

dominalsegmentes reichend. Zweite Längsader stark gebogen. Taster sehr kurz 1—2gliedrig. Thorax viel weniger gewölbt wie bei *Hormomyia*. In glatten, meist braunen glänzenden, länglichen Gallen an den Blättern und Halmen verschiedener *Carex*-Arten (*stricta, gracilis, goodenoughii*) meist dicht über der Erde. Larve weiß. Gräte langgestielt, einzinkig.

1) *Campylomyza dimorphogyna* Rübs. Thorax honiggelb mit 3 braunen Striemen. Abdomen hellgelb, oft mit rötlichem Anfluge, jedes Segment mit einer aus schwarzen Haaren gebildeten Binde versehen. Fühler beim Männchen 2 + 12, beim Weibchen 2 + 8gliedrig; die Fühlerknoten alle gestielt. Mit 4 Haarwirteln ähnlich wie bei *Aprionus* Kffr., doch laufen die Wirtel nicht alle um den Fühler herum. Vorderrandader bis zur dritten Längsader reichend. Klauen stark gebogen, einfach, weder gezähnt noch erweitert. Empodien rudimentär. Die Larve hat mehr Aehnlichkeit mit den Larven von *Joanniria* Kffr. als mit denen von *Aprionus*. Nymphe ohne vorstehende Stigmenträger und ohne lange Borsten. Das Tier ist mit *Aprionus* Kffr. nahe verwandt, passt aber nicht ganz dazu und stellt besonders in Bezug auf Larve und Nymphe eine Uebergangsform dar. Es widerstrebt mir für diese Art ein neues Genus zu creieren.

Digitized by Google

ganz geschwunden ist, genügt doch ein träges Umherkriechen ihren Lebensbedingungen. Bei einigen Campylomyzen, deren Larven zwischen Blattscheiden von *Carex* und *Scirpus* leben, sehen wir bei den Weibchen die Flügel sogar ganz geschwunden, während sie den Männchen, die gezwungen sind, die Weibchen aufzusuchen, erhalten sind.

Fig. 6.

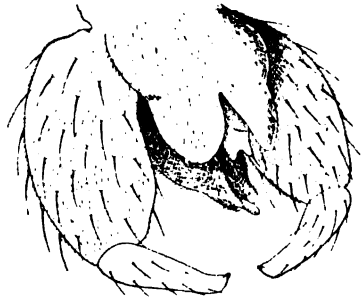


Fig. 6. Die äußeren Geschlechtsorgane eines *Dichelomyia*-Männchens.

Der Rüssel besitzt in der Regel eine breite Saugfläche; selten ist er (bei *Clinorhyncha* H. Lw.) schnabelartig verlängert oder ganz rudimentär, wie bei dem sich pädogenetisch fortpflanzenden *Oligarces paradoxus* Mein.

Die äußern Genitalien der Männchen zeigen bei allen Gattungen sehr viel Uebereinstimmung: an der Hinterleibsspitze sitzt an einer halsartigen Einschnürung die sogenannte Haltezange, die aus zwei Basalgliedern besteht, von denen jedes an seiner Spitze das gelenkig mit ihm verbundene Klauenglied trägt. An der Spitze des Klauengliedes findet sich meist eine deutliche Klaue, von welcher das Glied seinen Namen führt. Diese ganze Vorrichtung dient dazu, die Hinterleibsspitze des Weibchens bei der Begattung zu Umklammern und das Weibchen so festzuhalten. Zwischen den erwähnten Basalgliedern findet sich die sogenannte Lamellendecke, eine lappige Erweiterung, die an ihrem hinteren Rande meist mehr oder weniger eingeschnitten oder ausgerandet ist. Unter der Lamellendecke befindet sich eine Lamelle, die meist der Lamellendecke ähnlich gebaut ist. Unter dieser Lamelle liegt der Penis, der von unten bei gewissen Gattungen (z. B. *Dichelomyia*) durch die sogenannte Penisscheide geschützt wird. Bei andern Gattungen fehlt die Penisscheide gänzlich. Die Legeröhre der Weibchen zeigt in Bezug auf ihre Form mehr Abwechslung, doch finden sich hier zwischen den extremsten Formen Uebergänge. Als diese extremsten Formen sind die Legeröhren gewisser *Diplosis*-Arten, mit spitzer, feiner, nadelartiger Legeröhre und gewisser *Epidosis*-, *Campylomyza*- und *Diplosis*-Arten etc., deren Legeröhre weich, kurz, nicht zurückziehbar und am Ende mit weichen, meist ziemlich großen Lamellen versehen ist. Schon im Genus *Diplosis* H. Lw. finden sich Uebergänge zwischen diesen Formen. Bei *Asphondylia* ist das letzte

Digitized by Google

Glied der Legeröhre ebenfalls hornig wie bei der erst erwähnten Form und die ganze Legeröhre kann auch hier in das Abdomen zurückgeführt werden; an der Basis der Legeröhre sind aber die beiden obern Lamellen der zweiten Form vorhanden. Bei *Delichomyia* und andern ist die Legeröhre weit hervorstreckbar, weich und am Ende (nicht wie bei *Asphondylia* an der Basis) die ausstreckbare Legeröhre mit 2 Lamellen versehen, einer großen obern und einer kleinen untern. Die große obere scheint durch Verwachsung der beiden oberen Lamellen der zweiten Form der Legeröhre entstanden zu sein. Nur bei einer einzigen Art der Gattung *Delichomyia* ist die Legeröhre hornig geworden und die obere Lamelle ist an ihrem hintern Ende ziemlich scharf zugespitzt. Es ist dies eine neue Art, *Cecidomyia corneola* Rübs.[1]), deren Larve zwischen den Blattscheiden verschiedener *Carex*-Arten lebt und sich auch daselbst in einem Cocon verwandelt. Auch in anderer Hinsicht stellt diese Gallmücke eine Uebergangsform dar.

Eine ganz besondere Form stellt die kurze, hornartig nach oben gekrümmte Legeröhre von *Monarthropalpus buxi* (Lab.) dar.

Dass die Bildung der Legeröhre ebenfalls bedingt wird durch die Lebensweise des Tieres, ist wohl nicht von der Hand zu weisen.

Im allgemeinen haben diejenigen Gallmücken, die ihre Eier äußerlich an Pflanzen absetzen, wie z. B. diejenigen aus zoophagen und mykophagen Larven, eine weiche kurze Legeröhre.

Bei den Arten mit weit vorstreckbarer Legeröhre ist diese geeignet, tief zwischen dicht aneinander liegende Pflanzenteile geschoben zu werden und die erwähnte harte, nadelförmig gestaltete Legeröhre möchte dann diesem Zwecke am besten entsprechen. Ob Arten mit sogestalteter Legeröhre diese als Stechorgan benützen, ist nicht erwiesen. Unmöglich ist dies nicht. Andererseits erscheint es nicht ausgeschlossen, dass bei gewissen Arten, denen die Form der Legeröhre entschieden nicht gestattet, die Pflanze zu verletzen, die junge Larve die Epidermis durchbohrt.

Die Geschlechtsöffnung scheint, wie bei den Sciariden, in der Regel an der untern Seite der Basis der Legeröhre zu liegen. Man trifft die Tiere selten in Copula. Das Männchen verfolgt das fliehende Weibchen, das sich bei seiner koketten Flucht jedoch selten seiner Flügel bedient, mit

1) *Cecidomyia corneola* n. sp. Larve gelbrot, Brustgräte gestielt, das unter der Haut hervorragende Stücke scharf zweispitzig. Gürtelwarzen an den Seiten genabelt, auf dem Bauche plattenartig, nicht gekörnelt. Bauchwarzen groß, spitz, an beiden Segmentenden. Rückenwarzen den Bauchwarzen gleich gebaut. Papillen regelmäßig. Das Weibchen hat 2 + 13 oder 2 + 14gliedrige Fühler. Taster 4gliedrig. Fußklauen gespalten. Abdomen rot mit um den Leib herum laufenden Binden. Thorax rehbraun bis kastanienbraun, Rückenstriemen dunkler Legeröhre weit vorstreckbar hornig, zweite Flügellängsader fast grade, nahe der Flügelspitze mündend. Flügelvorderrand behaart und beschuppt. Flügelfläche stark behaart; die Haare in der Mitte schuppenartig verbreitert.

Digitized by Google

nach unten eingekrümmter und bis zum Thorax vorgeschobener Hinterleibsspitze, ergreift mit der Haltezange das Hinterleibsende des Weibchens, dreht sich dann flink um, so dass nun die Köpfe der beiden Tiere nach entgegengesetzten Seiten gerichtet sind. In allen beobachteten Fällen umklammert das Männchen das Weibchen nahe der Basis der Legeröhre und die Hinterleibsspitze des Weibchens ist nach oben gebogen und frei. Ueber die Dauer der Begattung liegen keine Notizen vor. Die Männchen verenden bald nach dem Coitus.

Die Lebensdauer der Gallmücken ist im allgemeinen eine sehr kurze; selten überleben sie in der Gefangenschaft den dritten Tag.

Fig. 7.

Fig. 7. *Hormomyia tuberifica* Rübs. ♀.

Manche Arten z. B. Vertreter der Gattung *Rhopalomyia* findet man oft wenige Stunden nach dem Ausschlüpfen bereits sterbend am Boden des Zuchtglases liegen. Viel widerstandsfähiger sind natürlich die Larven. Schon H. Loew hat beobachtet, dass fast vertrocknete Larven (reife!) durch bloßes Anfeuchten wieder zur Fülle und Verwandlung gebracht werden können. Ich kann diese Beobachtung aus eigener Erfahrung bestätigen. Andererseits sind die Larven jedoch auch gegen

Digitized by Google

Wasser sehr widerstandsfähig. Larven, die längere Zeit in Wasser gelegen hatten und durch den Einfluss desselben weit ausgestreckt und prall waren und kein Lebenszeichen mehr von sich gaben, wurden, nachdem sie einige Zeit auf Löschpapier gelegen hatten, wieder beweglich, krochen munter umher und kamen später noch zur Verwandlung. Larven von *Dichelomyia saliciperda* und *salicis*, die fast 8 Tage in Goldchlorid gelegen hatten, gaben noch Lebenszeichen von sich.

Fig. 8.

Fig. 8. *Dichelomyia saliciperda* Duf. ♀.

Inwiefern sie gegen äußere Verletzungen widerstandsfähig sind, habe ich keine Erfahrung. Wahrscheinlich sind sie aber, wie fast alle Insektenlarven, sehr empfindlich und überstehen dieselben wohl nicht.

Hinsichtlich der Lebensweise der Larven sind schon vorher Andeutungen gemacht worden. Man unterscheidet zoophage und phytophage Larven.

Die zoophagen Larven leben in der Regel ektoparasitisch an Milben oder Insekten. Nur eine einzige zum Genus *Diplosis* H. Lw. gehörende Art, welche Kieffer als *Endaphis perfidus* mitteilt, lebt, wenn sich diese Angabe bestätigen sollte, im Körper von Blattläusen.

Digitized by Google

Auch die ektoparasitisch lebenden Gallmücken gehören zum Genus *Diplosis* H. Lw., welche Gattung neuerdings in eine ganze Reihe von Gattungen aufgelöst wurde. Von diesen Gattungen sind es 4, deren Vertreter zoophage Larven haben, nämlich außer dem obengenannten Genus *Endaphis* Kffr., noch *Lestodiplosis* Kffr., *Bremia* Rond. und *Arthrocnodax* Rübs [1]). Die *Bremia*-Larven nähren sich vorzugsweise von Blattläusen. Wie schon vorher erwähnt, wurde ihre Lebensweise zuerst von Rondani 1847 entdeckt, ohne dass man seinen Behauptungen Glauben schenkte. Erst im Jahre 1878 wurde die Richtigkeit der Beobachtungen Rondani's durch Fr. Löw bestätigt. Fr. Löw fand *Bremia*-Larven in Kolonien der verschiedenartigsten Aphiden und giebt in den Verhandl. d. k. k. zool. botan. Gesellsch. in Wien, 1878, S. 403 u. 404 eine ausführliche Beschreibung über die Art, in welcher die Mückenlarve die Blattläuse angreift. Es heißt an der betreffenden Stelle: „Diese Larven nähren sich thatsächlich von nichts anderem als von den lebenden Blattläusen, indem sie sich an irgend einem Körperteile derselben, man könnte fast sagen, wie Blutegel ansaugen und ihnen die Säfte entziehen. Hierdurch werden die Blattläuse zwar getötet, aber die im Innern ihres Leibes vorhandenen festen Teile bleiben unversehrt, weshalb auch alle durch diese *Diplosis*-Larve getöteten Aphiden bloß etwas welk und faltig aussehen, aber keine sichtbaren Verletzungen zeigen.

Betrachtet man eine solche Larve, während sie an einer Blattlaus saugt, mit einer guten Lupe bei durchfallendem Lichte, so kann man die Saugbewegungen ihres Schlundes sehr deutlich wahrnehmen. Diese Bewegungen erfolgen mit einer außerordentlichen Gleichmäßigkeit, beinahe taktmäßig, was auch mit als ein Beweis angesehen werden kann, dass nur Flüssigkeiten die Speiseröhre passieren. Der Angriff dieser Larven auf die Blattläuse geschieht so sachte, dass ihn diese gar nicht zu verspüren scheinen, denn sie thun absolut nichts zu seiner Abwehr. So lange eine Larve noch jung und klein ist, vermag sie die ergriffene Blattlaus nicht auf einmal vollständig zu töten, sie bleibt daher oft mehrere Tage auf derselben und saugt nur zeitweilig nach Bedarf an verschiedenen Körperstellen. Die erwachsenen Larven hingegen töten die von ihnen ergriffenen Blattläuse in verhältnismäßig kurzer Zeit".

Dr. F. Löw scheint noch der Ansicht gewesen zu sein, dass nur die von Rondani beschriebene *Dipl. aphidimyza* an den verschiedenartigsten Blattläusen lebe. Dies ist jedoch nicht der Fall. Zuerst wurden von mir noch zwei *Bremia*-Arten entdeckt und als *Dipl. aphidi-*

1) Ob das vom Kieffer aufgestellte Genus *Dicrodiplosis* mit der einzigen Art *fasciata* Kffr. ebenfalls hierher gehört, ist fraglich. Kieffer sagt l. c. p. 28 von den Larven dieser Art: „Obtenu de bois pourri, habité des larves de *Campylomyza* et des *Ascarides*.

Digitized by Google

vora und *Dipl. aphidisuga* beschrieben. Dann sind auch von Kieffer noch einige neue Arten aufgestellt worden. Es war mir jedoch möglich durch Versuche nachzuweisen, dass die verschiedenen *Bremia*-Arten nicht auf eine bestimmte Aphiden-Art angewiesen sind. So habe ich z. B. *Bremia*-Larven, die ich auf *Populus tremula* an *Chaetophorus versicolor* Koch fand, in der Gefangenschaft auf Eichenzweige gesetzt, auf welchen sich in großer Anzahl eine ganz andere Blattlaus, *Vacuna dryophila* Schrk., befand, und konnte beobachten, wie die Larven auch diese Blattläuse annahmen. Ich brachte diese Larven fast alle zur Verwandlung. Die *Bremia*-Arten sind untereinander sehr ähnlich. Die Larven, die man übrigens durchaus nicht selten antrifft, sind rosenrot, blutrot oder braun. Auch die Imagines zeigen leichte Abweichungen hinsichtlich der Farbe. Ob diese Farben den Arten stets eigentümlich sind oder ob die Verschiedenartigkeit der Nahrung auch auf die Färbung von Larve und Imago einwirkt, ist noch nicht sicher festgestellt. Ich bin geneigt, das letztere anzunehmen, doch sind meine Untersuchungen hierüber noch nicht abgeschlossen.

(2. Stück folgt.)

Ein Eidechsenschwanz mit Saugscheibe.

Von **Gustav Tornier.**

Als ich bei einem gut erhaltenen *Lygodactylus picturatus* (Ptrs.) den Schwanz in Augenschein nahm, wurde ich mit dieser höchst eigentümlichen Spitze bekannt. Diese ähnelt, wie gleich vorweg angegeben werden mag, so auffällig den Fingern und Zehen dieses Tiers, dass mir bei ihrem ersten Anblick der Gedanke kam, es läge ein Eidechsenschwanz vor mir, an dem statt der abgebrochenen Spitze ein Finger oder Zehe der Species heteromorphotisch regeneriert worden sei. Ich habe mich dann aber sehr schnell davon überzeugt, dass diese Anschauung — wie vorauszusehen war — irrig sei. Wie sie entstehen konnte, ergiebt folgendes:

Bei *Lygodactylus picturatus* sind die Finger und Zehen an ihrer Spitze auffällig breit und tragen an der Unterseite dieser fast kreisförmigen Ausbreitung, auf einer Haftplatte in 2 Längsreihen angeordnet, quergestellte Haftläppchen. Auf jeder dieser Platten stehen 10 solcher Läppchen und auf jede ihrer beiden Längsreihen kommen 5. Die beiden Reihen sind dabei in der Mittellinie der Platte durch eine Längsgrube scharf von einander getrennt.

Nun ist bei *Lygodactylus picturatus* auch die Schwanzspitze auffällig breit, auch sie trägt an der Unterseite ihrer fast kreisförmigen Ausbreitung, auf einer Haftplatte in 2 Längsreihen angeordnet, quergestellte Haftläppchen, die in der Mittellinie der Platte durch eine Längsgrube von einander getrennt sind. Daher die große Aehnlich-

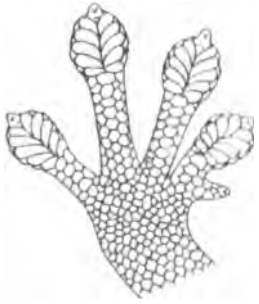
Digitized by Google

keit zwischen Zehen oder Fingern und der Schwanzspitze. Dagegen stehen auf der Schwanzplatte gewöhnlich 20 Haftläppchen, 10 in jeder Reihe, d. h. doppelt so viel, als auf einer Zehen- oder Fingerplatte und in deren Reihen. Außerdem aber ist die Schwanzplatte etwa 4mal so groß als eine Fuß- oder Fingerplatte. Woraus dann folgte, dass bei *Lygodactylus picturatus* die eine Schwanzplatte der beiden Vorder- oder Hintergliedmaßen ungefähr den 8 Platten funktionell gleichwertig ist.

Fig. 1.

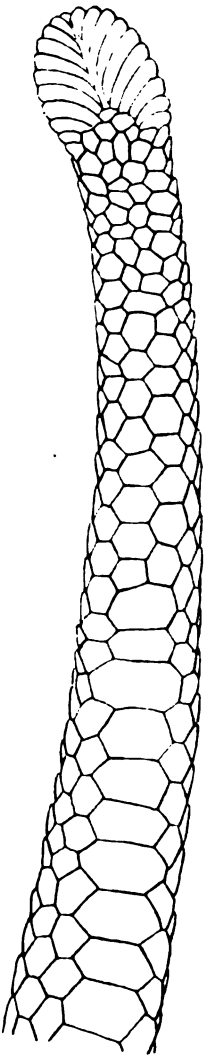
Fuß (nach (Peters.).

Fig. 2.



Hand (nach Peters.).

Fig. 3.



Schwanz

Das ist übrigens auch aus den beigegebenen Figuren zu ersehen, da diese — unter Zugrundelegung einer Photographie für den Schwanz —

Digitized by Google

in richtigem Maßverhältnis zu einander, wenn auch stark vergrößert, gezeichnet worden sind.

Lygodactylus picturatus (Ptrs.) gehört der Leikonen-Familie an, in welcher zahlreiche Gattungen an den Gliedmaßen mit Haftapparaten versehn und dadurch befähigt sind, an glatten Gegenständen umherzuwandern, weil sich die Platten unter Einwirkung des Luftdrucks daran festsaugen. Da nun bei *Lygodactylus picturatus* neben den Gliedmaßen auch die Schwanzspitze mit solcher Haftplatte versehen ist, so hat auch sie die Fähigkeit, sich derartig festzusaugen und dient daher dem Tier als kräftiges Hilfsorgan weniger beim Emporsteigen als beim Hinabsteigen von steilen Gegenständen. Beim Emporsteigen tritt sie weniger in Thätigkeit, weil alsdann der Schwanz als richtiger Nachschieber wirken muss, dazu seiner Struktur nach aber wenig geeignet ist; beim Hinabsteigen des Tieres von glatten Gegenständen dagegen wirkte sie als ausgezeichneter Hemmschuh gegen Fallbewegungen; besonders dann, wenn das Tier an gewölbten Gegenständen hinabzusteigen gezwungen wird und dann der Gefahr ausgesetzt ist, mit dem durch den Schwanz beschwerten Hinterende nach hinten überzuschlagen. Solche gewölbten Gegenstände sind aber Baumäste und -Zweige; *Lygodactylus picturatus* müsste daher besonders gut an Bäumen leben können ... und lebt in der That daran, und zwar, wie es scheint, besonders gern an Bananen und Kandelaber-Euphorbien d. h. an Pflanzen, welche nicht nur mit gewölbten, sondern auch noch auffällig glatten Oberflächen versehen sind. Ja, am Schwanz dieses Tieres ist die Haftplatte, wie wir gesehen haben, so groß, dass das Tier an ihr wahrscheinlich auch — ganz ohne Gebrauch der Gliedmaßen — frei von Aesten und Zweigen herabhängen kann.

Ligodactylus picturatus besitzt also einen Schwanz, der funktionell dem Winkelschwanz anderer Tiere gleichwertig ist, doch beruht sein Arbeiten auf einem ganz anderen physikalischen Prinzip als das ist, welches dem Wickelschwanz zu Grunde liegt: Er entstand unter Ausnutzung der Gesetze vom luftleeren Raum, während das Arbeiten des Wickelschwanzes auf dem Prinzip der Reibung basiert. Er ist dabei — so viel ich weiß — das erste Beispiel seiner Art.

Dieser Schwanz ist aber auch sonst noch, seiner Aufgabe als Haftorgan zu dienen, vorzüglich angepasst. Wie die Figur 3 ergiebt, ist er an seiner Unterseite, vom After an bis über seine Mitte hinaus, von einer einzigen Längsreihe von Schuppen bedeckt, die groß und quergestellt sind. Auf sie folgen eine Reihe von Schuppen, die zu zweien neben einander stehn und von diesen aus bis zur Haftplatte des Schwanzes sind zahlreiche kleine Schuppen unregelmäßig angeordnet. Diese Schwanzstruktur lässt die Art des Schwanz-Funktionierens deutlich ablesen, denn sie lehrt: Während bei diesen Tieren das vordere Schwanzende nur wenig beweglich ist, weil die großen Schuppen nur

Digitized by Google

gestatten, dass es ein- und aufgerollt wird, kann schon jener Schwanzabschnitt mit 2 kleinen Schuppen, die neben einander liegen, nicht nur ein- und aufgerollt, sondern auch seitlich bewegt werden, da hier die Schuppen mit viel mehr Nähten aneinander stoßen und daher freier aneinander beweglich sind; die höchste Beweglichkeit besitzt aber dieser Schwanz unmittelbar vor seiner Haftplatte, denn die hier vorhandenen kleinen Schuppen mit ihren vielen Nähten gestatten dem betreffenden Schwanzabschnitt freieste Bewegung nach allen Seiten.

Demnach ist also das Tier im Stande, nicht nur den Schwanz einzurollen, also einen schwach funktionierenden Wickelschwanz zu bilden, sondern es kann auch an der äußeren Schwanzspitze hängend, mit seinem Körper nach allen Seiten pendeln und wird das wahrscheinlich auch thun, wenn es von einem Ast oder von einem Bananenblatt zum anderen will.

Wie sehr übrigens das Tier seine Schwanzspitze beim Bewegen braucht, zeigt sich darin, dass bei fast allen Vertretern dieser Art, welche dem Berliner zoologischen Museum gesandt wurden, der Schwanz im Tode nicht grade gestreckt worden ist, sondern unmittelbar hinter seiner Haftscheibe einen nach oben gerichteten Buckel bildet, Beweis dafür, dass das Tier sich sogar beim Absterben in Spiritus an darin befindlichen abgetöteten Schicksalsgenossen mit der Schwanzspitze anzuklammern versucht hat. —

Lygodactylus picturatus (Ptrs.) ist nicht die einzige Lygodactylen-Art. Mich reizte nun die Frage, ob auch bei den andern *Lygodactylus*-Arten der Schwanz mit einer Haftplatte versehen sei und ob man bei ihnen eine Art Phylogenese dieser Haftplatte konstatieren könne. Es ergab sich darauf, dass alle *Lygodactylus*-Arten, die ich untersuchen konnte, mit ihr versehen sind; dagegen war es mir nicht möglich, eine Phylogenese derselben nachzuweisen, da mir das genügende tadellose Material zur Lösung dieser Frage fehlt. Die mir vorliegenden 4 bis 6 *Lygodactylus*-Arten stehen sogar sicher auf annähernd gleicher Stufe der Schwanzplatten-Ausbildung. —

Zum Schluss will ich noch erwähnen, dass die Photographie, welche es ermöglichte, dass der hier abgebildete — etwa dreimal vergrößerte — Schwanz so gezeichnet werden konnte, dass jede seiner Schuppen in Größe wie Form ganz genau der Natur entspricht, im Atelier der Berliner zoologischen Sammlung von Dr. Stadelmann hergestellt worden ist, während die Zeichnungen — die Gliedmaßen unter Vergrößerung von Figuren, die Peters in seiner Reise nach Mossambique publizierte — von dem Meister in naturwissenschaftlichem zeichnen, Ew. H. Rübsaamen herrühren. Beiden Herren sage ich für ihr Mitarbeiten an diesem Artikel meinen besten Dank.

[64]

Digitized by Google

Verbesserungen und Zusätze zu meinen Notizen über den Palolo.

Von **Benedict Friedlaender.**

Da ich meine Arbeiten auf einige Zeit unterbrechen muss, so will ich im folgenden einige Kleinigkeiten nachtragen, die ich sonst bei anderer Gelegenheit vorgebracht haben würde, deren schnelles Bekanntwerden aber möglicherweise nützlich ist. —

Da ich zur Zeit der Korrektur krank war, so ist eine Anzahl von Druckfehlern stehen geblieben, von denen zwei einigermaßen sinnstörende verbessert werden müssen. Auf S. 262 dieses Bandes dieser Zeitschrift, Zeile 16 von unten muss es heißen: „Zeile 7—20 etc." statt: „Zeile 7—12". Auf S. 265, gegen Ende des ersten Absatzes, ist anstatt „usuona" vielmehr „usunoa" zu lesen. Auf S. 256, gegen Ende des ersten Absatzes muss es natürlich „Länge" (westlich von Greenwich) statt „Breite" heißen. —

In meiner ersten Notiz (Bd. XVIII, S. 351) wurde angegeben, dass die Pololo kurze Zeit vor Erreichung der tiefsten Ebbe erschienen; in meiner zweiten Notiz (Bd. XIX, S. 252) dagegen, dass sie kurze Zeit nach dem tiefsten Wasserstande aufstiegen. Beides ist nicht genau, indem an verschiedenen Palolotagen das Niedrigwasser bald etwas vor, bald etwas nach 4 Uhr Morgens nach Apia-Ortszeit eintritt. Nun lässt sich aber auf Grund der bisherigen Beobachtungen mit Bestimmtheit nur das aussagen, dass bei Upolu der Aufstieg ungefähr um 4 Uhr Morgens stattfand; bei der geringen Zahl der wirklich zuverlässigen und genauen Angaben und der soeben angeführten, kleinen Unterschiede in den Zeitpunkten des Niedrigwassers kann daher auch nur so viel behauptet werden, wie dass die Palolo ungefähr zur Zeit des Niedrigwassers aufstoigen.

Es braucht dabei aber wohl nicht nochmals besonders hervorgehoben zu werden, dass dieser Umstand keine Erklärung der Erscheinung ermöglicht, da es sich um das Niedrigwasser der Nipgezeiten handelt, also um einen Wasserstand, der, wie schon in der ersten Notiz erwähnt, in jeder Nacht durchlaufen werden muss.

Der von Krämer sogenannte Eimerversuch, den ich selbst vergeblich angestellt hatte (Bd. XVIII, S. 346) und dessen erfolgreiche Erprobung durch Thilenius und Krämer ich auf den Wunsch des Herrn Thilenius mitgeteilt hatte, wird nun von Krämer selbst diskreditiert. Ich bin in der eigentümlichen Lage, jenen Versuch, obwohl ich ihn selbst ohne Erfolg angestellt habe, gegen Krämer (Dieser Band S. 238) in Schutz nehmen zu müssen, obwohl ich natürlich etwas Sicheres darüber nicht auszusagen vermag. Es ist hier m. E. ein erfolgreicher Versuch von höherem Gewicht als eine Anzahl vergeblicher Versuche; den von Krämer geargwöhnten Zufall halte ich aus leicht ersichtlichen Gründen für so gut wie ausgeschlossen, und eine „Samoanische Spitzbüberei" für wenig wahrscheinlich.

Es ist mir auch nicht recht verständlich geworden, wie Krämer aus dem Misslingen des Versuches im Jahre 1898 Schlüsse ziehen kann. Er sagt ja, dass alle Untersuchungen der Poritessteine ihm „nie die großen, höchstens einige kleine paloloartige Bruchstücke" geliefert hätten. Aus diesem und andern Gründen halte ich es für wahrscheinlich, dass das Misslingen des Versuchs einfach daran lag, dass die dazu benutzten Steine eben zufälligerweise keine Palolo enthielten und dass nur aus diesem

Digitized by Google

Grunde keine daraus zum Vorschein kommen konnten. Es wäre zu bedauern, wenn sich jemand durch Krämer's Ansicht von der Sache abhalten lassen sollte, den Versuch zu wiederholen; und diese Erwägung ist der einzige Grund, weswegen ich diese Angelegenheit hier nochmals berühre. Natürlich wird man sich zunächst einmal mit dem Aufenthaltsorte der Palolo so intim vertraut machen müssen, dass man bei richtiger Auswahl der Steine mit einiger Wahrscheinlichkeit darauf rechnen kann, dass sie auch wirklich Palolo enthalten; was jetzt nicht mehr so schwierig sein dürfte.

Der Hauptpunkt, den ich diesmal erwähnen möchte, ist folgender. In dem Bestreben, Erscheinungen aufzufinden, die mit dem Palolophänomen Aehnlichkeit haben, wird man sich natürlich nicht auf die Zoologie zu beschränken brauchen; botanische Dinge wären gerade eben so gut. Und in dieser Beziehung fiel mir auf S. 234 dieses Bandes dieser Zeitschrift eine von Bachmann referierte Angabe Schimper's auf. Es heißt dort nämlich: „Eine interessante und nicht aufgeklärte Erscheinung ist das Aufblühen einer Art auf einem ausgedehnten Gebiete an demselben Tage".

Es ist nicht unmöglich, dass es mit dieser eingestandenermaßen nicht aufgeklärten Erscheinung eine ähnliche Bewandtnis hat wie mit dem Palolophänomen. Wenn man nicht von den Samoanern darauf aufmerksam gemacht worden wäre, dass die Palolo an einem nach den Mondphasen vorher berechenbaren Tage auftreten, so würde ja die Angabe auch hier nur dahin lauten können, dass die Palolo merkwürdigerweise alle „an demselben Tage" erscheinen. Es ergiebt sich also die Forderung, dass die Tage, an denen ein solches massenhaftes Aufblühen stattfindet, registriert werden möchten. Jeder, der dazu Gelegenheit hat, möge sich doch dieser kleinen und vielleicht sehr fruchtbringenden Mühe unterziehen. Ich persönlich würde für Angabe solcher Tage sehr dankbar sein. Vielleicht finden sich auch bereits Angaben der Art irgendwo in der Litteratur über sogenannte Phänologie und es bedürfte dann nur einer Prüfung der Tage an der Hand astronomischer Bücher. Es ist doch von vornherein außerordentlich unwahrscheinlich, dass die Paloloerscheinung wirklich ein ganz vereinzeltes Curiosum sein sollte; wie ja schon in der ersten Notiz hervorgehoben wurde. Möglicherweise stellt sich heraus, dass man zur Beobachtung der fraglichen Erscheinungsgruppe nicht nach der fernen Südsee zu reisen braucht, sondern dass analoge Dinge allenthalben vorkommen und nur noch nicht bemerkt worden sind; oder dass sie zwar aufgefallen sind, aber ein etwa bestehender Zusammenhang mit der Stellung des Mondes unbemerkt geblieben ist. Jene Thatsache des massenhaften Aufblühens einer Pflanzenart an demselben Tage auf ausgedehntem Gebiete bietet vielleicht am meisten Aussichten: ist doch die Abstoßung der Palolo dem „Aufblühen" einer Pflanze durchaus vergleichbar. Außerdem aber verdienen alle gleichsam plötzlichen biologischen Erscheinungen, wie Geburten, Eiablage, Ausschlüpfen, Häutungen und Verwandlungen der Insekten etc. nach Tag und Stunde registriert zu werden: ich glaube, dass, wenn das in einigem Umfange geschieht, sich sehr bald Thatsachen ergeben werden, die in dieselbe Erscheinungsgruppe gehören und die, schon der leichteren Beobachtungsgelegenheit wegen, zur Aufklärung des kausalen Zusammenhangs von Wichtigkeit werden können. —

Digitized by Google

Nach den Theorien von Arrhenius (vergl. meine vorige Notiz) ist es wahrscheinlich, dass bei den in Frage stehenden, vom Monde abhängigen Periodicitäten die Veränderungen der Zenithdistanz des Mondes eine Rolle spielen. Auch ohne deswegen gerade die spezielle Hypothese von Arrhenius[1]) anzunehmen, muss man vermuten, dass die fraglichen Einwirkungen des Mondes, wie sie auch sonst immer beschaffen sein mögen, voraussichtlich abhängig sind von der Zenithdistanz oder einer einfachen Funktion derselben. Hieraus ergiebt sich ohne weiteres, dass eine tropischmonatliche Periode in den gemäßigten Zonen mehr Aussicht hat, gut ausgeprägt zu sein, als in den Tropen (oder genauer gesagt, dem etwas breiteren Streifen zwischen den beiden „Wendekreisen des Mondes"); während umgekehrt eine mondestägliche Periode gerade in geringer geographischer Breite eine größere Rolle spielen dürfte. Wenn daher eine Nachprüfung meiner Geburtenstatistik an einem an sich zureichenden Material aus Mitteleuropa keine zweifellos positiven Resultate ergeben sollte, so wäre jedenfalls noch ein Versuch mit anderem Material aus Gegenden von geringerer geographischer Breite zu machen.

Der erste Palolotag heißt „salefu" und ist, wie der Name andeutet, durch „aschenähnliche" Flecken im Wasser ausgezeichnet. Ich habe darüber keine eigenen Beobachtungen angestellt, doch scheint hier Krämer einiges bemerkt zu haben; er giebt an, dass die Samoaner, wenn sie irgend wie über den eigentlichen Palolotag im Zweifel sind, sich nach dem Erscheinen jener Flecken richten. Dann hat auch Krämer selbst an jenem ersten, dem Haupttage vorangehenden Tage einen „braunen Schaum" auf der Wasseroberfläche gesehen. Leider giebt er nicht an, woraus dieser Schaum besteht. Der am Haupttage entstehende massenhafte Schaum stellt natürlich die entleerten Geschlechtsprodukte dar; doch kann diese Erklärung wohl kaum für den Schaum des salefu gelten, da ja an diesem nur wenige oder gar keine Palolo auftreten, der Schaum aber trotzdem besonders ausgeprägt sein soll. Von der Annahme, dass die „aschenähnlichen Flecken" von den Köpfen der Palolo herrührten, ist Krämer selbst zurückgekommen; was es nun aber mit dem Schaume in Wahrheit für eine Bewandtnis hat, lässt er unbeantwortet und scheint auch den Schaum nicht näher untersucht zu haben. Ich möchte hier nun die Vermutung aussprechen, dass dieser Schaum von dem Darminhalte der Palolo, d. h. der epitoken Strecken herrührt. Letztere gehen bekanntlich in das Analsegment aus; in allen Querschnitten, die ich durchgesehen habe (so weit ich mich erinnere!) habe ich den Darm der epitoken Strecken leer gefunden. Wahrscheinlich wird also der Darminhalt vor der Ablösung der Palolo ausgestoßen und vermutlich wohl kurz vorher; auf diese Weise erklärt sich vielleicht der „braune Schaum" des „salefu" heißenden ersten Palolotages. —

Meinem Freunde Herrn Oberarzt Dr. Oscar Huber verdanke ich den Hinweis auf zwei Arbeiten von Dr. med. Hans Brunner: „Ueber das zeitliche Auftreten der kroupösen Lungenentzündung und die Beziehungen der Disposition zu atmosphärischen und kosmischen Verhältnissen", in dem Deutschen Archiv für klinische Medicin (Ziemssen und Moritz), Bd. 60, 1898, S. 339; und „Ueber den Einfluss der Gravitation des

[1]) „Ueber den Einfluss des Mondes auf den elektrischen Zustand der Erde". Zweite Abhandlung. Bihang till Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. XX, Nr. 6, p. 17 ff.

Mondes auf Invasion und Krisis der kroupösen Pneumonie“ ebenda, Bd. 62, 1899, S. 574.

In diesen Abhandlungen wird auf Grund einer statistischen Untersuchung ein Einfluss des synodischen und des anomalistischen Monats auf die im Titel genannten pathologischen Erscheinungen behauptet. Da die betreffende Krankheit eine ziemlich ausgesprochene Periodizität innerhalb der Jahreszeiten besitzt, so kann eine Periodizität im synodischen Monat möglicherweise auf den vom Verfasser nicht berücksichtigten tropischen zurückgeführt werden, wie Arrhenius dies in ähnlicher Weise gegen meine erste Palolo-Notiz geltend gemacht hat. Jedoch sei hier nochmals daran erinnert, dass ich Arrhenius erwidern musste, dass sich wenigstens der Palolo mit besserer Uebereinstimmung nach dem synodischen, als nach dem tropischen Monate zu richten scheint; womit freilich die Arrhenius'sche Hypothese keineswegs widerlegt ist.

Sei dem aber, wie ihm wolle, so wird man Brunner jedenfalls widersprechen müssen, wenn er ohne weiteres die Gravitation als Erklärungsursache herbeizieht. Diese Annahme ist von vornherein äußerst unwahrscheinlich. Denn die Unterschiede in der Gravitationswirkung des Mondes je nach seiner Stellung, ja die ganze Gravitationsanziehung des Mondes auf irdische Körper von den hier in Betracht kommenden Massen ist geradezu verschwindend gering. Es handelt sich um ganz minimale Kräfte, denen eine physiologische Bedeutung beizumessen kaum möglich erscheint. Es ist wohl die Großartigkeit des Gezeiten-Phänomens, welche den Verfasser zu seiner Hypothese verführt hat. Gegenwärtig liegt die Sache nach unserer Ansicht so: Wenn sich irgend wo und irgend wie ein Einfluss der Mondesbewegung auf physiologische Vorgänge als thatsächlich bestehend herausstellen sollte — und dies kann gegenwärtig auf Grund der Paloloerscheinung und der Arrhenius'schen Untersuchungen angenommen werden — so wäre die bei weitem plausibelste Erklärung die von Arrhenius gegebene Hypothese, worüber man bei diesem Autor selbst das nähere nachlesen mag. Wenn wir aber aus irgend welchen Gründen seine Hypothese nicht annehmen wollen, so wäre der einzige vernünftige Standpunkt der, die Nichterklärbarkeit jener Thatsachen anzuerkennen, darum aber jene Thatsachen selbst nicht nur nicht geringer, sondern noch höher zu achten; wie dies schon in meiner ersten Notiz auseinandergesetzt wurde. Das umgekehrte ist leider meist der Fall; die jeweils nicht erklärbaren Dinge sind unbequem, passen nicht in die jeweils herrschenden Schulmeinungen, lassen sich in dogmatisch gehaltenen Lehrbüchern und Lehrgebäuden nicht recht unterbringen, und werden daher nicht beachtet, totgeschwiegen oder als Aberglauben erklärt. So manche Wahrheit mag auf diesem Wege dem Wissensschatze der Menschheit entschwunden sein, bis sie endlich von anderer Seite und zu späterer Zeit wieder aufgefunden wird, und dann vielleicht erklärbar ist. Nebenbei sei bemerkt, dass beispielsweise die Therapie, also der praktisch wichtigste Teil der Medizin, keinen größeren Fehler begehen kann, als den, um jeden Preis nur recht „rationell“ sein zu wollen, und die „rohe Empirie“ abzustreifen. Es ist das ganz derselbe Fehler. Erstens sind alle unsere Kenntnisse in letzter Instanz „empirisch“; zu einer so fein gegliederten und in allgemeine und relativ einfache Naturgesetzlichkeiten aufgelösten Empirie, wie in der Physik und Chemie ist man aber

Digitized by Google

in der Biologie noch nicht gelangt, und muss sich daher mit einer „gröberen“ Empirie genügen lassen. So manche treffliche therapeutische Maßnahmen mögen dem Heilschatze nur aus dem Grunde verloren gegangen sein, weil die gegenwärtige Strömung sich unbehaglich fühlt, wenn sie für irgend eine empirisch nachgewiesene Wirkungsweise keine „Erklärung“ oder, was bei dem Gros der gelehrten und ungelehrten Menschheit meistens dieselben Dienste thut, keine schön klingende Scheinerklärung hat. Doch kehren wir von dieser Abschweifung zu den Brunner'schen Arbeiten zurück. Es scheint so, als ob auch Einflüsse des Mondes auf physiologische Vorgänge dem soeben skizzierten Schicksale verfallen sind. Brunner zitiert nämlich eine ganze Reihe von Schriften über dieses Thema, Schriften, die teilweise bis in die fünfziger, ja in die vierziger Jahre zurückreichen, und in denen ein solcher Einfluss des Mondes auf physiologische Vorgänge behauptet wird. Ob nun jene Behauptungen falsch oder richtig sind, lässt sich einstweilen noch nicht absehen; wohl aber kann man vermuten, dass sie, auch wenn sie erweislich richtig waren, dennoch beinahe der Vergessenheit anheimfallen konnten, nur aus dem Grunde, weil sie damals nicht „erklärbar“ waren. Es ist ja wahr, dass auf die Frage, wie man eine bestimmte Thatsache erklären wolle, sehr oft die Antwort am Platze ist, dass die angebliche Thatsache einfach nicht existiert. Umgekehrt aber ereignet es sich leicht, dass eine Thatsache geleugnet wird, weil sie sich zur Zeit als unerklärbar erweist. Die äußerste Kritik thut not, die Veröffentlichung einer einzigen unrichtigen Angabe arbeitet nur denen in die Hände, die immer geneigt sind, sich neue unbequeme Thatsachen vom Leibe zu halten. Sie halten sich dann an das eine Versehen und wähnen nun mit dem Ganzen fertig zu sein. Deswegen schließe ich meine Notiz mit dem an sich freilich selbstverständlichen Hinweise darauf, dass ich in jener Angelegenheit eine Verantwortung trage nur für meine eigenen Veröffentlichungen und eine volle Verantwortung nur für dasjenige was ich selbst als Thatsachen hingestellt habe; also insbesondere die Paloloerscheinung; während beispielsweise meine Geburtenstatistik und das möglicherweise bestehende Samoanische Gesetz der Nativität ausdrücklich als noch fraglich und der Bestätigung bedürftig bezeichnet wurde.

Ob übrigens die in meiner zweiten Notiz beschriebene Methode der Umrechnung von bürgerlicher in „Mondeszeit“ die beste ist, will ich auch nicht mit Sicherheit behaupten. Vielleicht gelangt man durch bloße Rechnung, ohne irgend welche graphischen Hilfsmittel, schneller zum Ziele. Dies wäre deswegen wichtig, weil es gerade die mechanische Arbeit ist, welche manche von einer Nachprüfung an einem anderen umfangreicheren Materiale abzuschrecken geeignet sein dürfte. So einfach die Sache auch ist, so zeitraubend ist sie und es wäre für jeden, der sich damit beschäftigt, höchst wünschenswert, die am schnellsten zum ausreichend genauen Ziele führende Methode zu kennen.

Jena. Mitte Mai. 1899.

Nachtrag. Während der Drucklegung dieser Notiz erhielt ich von Herrn Consul P. Hörder in Levuka, Viti, die Mitteilung, dass es ein vitianisches Wort „rubuni“ (sprich: „rumbuni“) giebt, womit größere Korallenflächen bezeichnet werden. Es ist vermutlich dieses Wort, aus dem Krämer sein „rum bunu“ gemacht hat und meine frühere Konjektur ist dementsprechend zu modifizieren.

Digitized by Google

Oscar Loew, Die chemische Energie der lebenden Zellen.

8°. XI. 175 S. München. Verlag von Dr. E. Wolff. 1899.

Vor mehreren Jahren 1882 bis 1891 konstatierte Verf. am lebenden Eiweiß einige Reaktionen, welche ihn zu Ansichten führten, die er hier in folgenden Worten kurz zusammenfasst: 1. In vielen Pflanzen kommt ein gelöster Proteinstoff vor, welcher unter denselben Bedingungen eine chemische Veränderung erleidet, unter welchen die Zellen absterben. 2. Derselbe ist in Folge seiner äußerst veränderlichen Natur sehr verschieden von allen bisher bekannten Reserveproteinstoffen. 3. Dieser Proteinstoff spielt die Rolle eines Reservematerials und kann sowohl im Cytoplasma als auch in der Vakuole gespeichert vorkommen.

Dieser labile Proteinstoff, den Verf. und Th. Bokorny mit dem Namen Protoprotein jetzt bezeichnen, wird von schwachen Basen ausgeschieden. Besonders dazu geeignet waren Coffein und Antipyrin, welche in großer Verdünnung angewandt, die Zellen längere Zeit am Leben erhalten lassen.

Die Eigenschaften des Protoproteins, die gleichfalls gemeinsam mit Th. Bokorny studiert wurden, lassen sich dahin zusammenfassen. Es ist löslich in Wasser und hat die Fähigkeit viel Wasser zu binden. Obwohl es neutral reagiert, besitzt es die Fähigkeit Basen aufzunehmen. Schwache Basen lassen seinen labilen Charakter intakt erscheinen, und scheiden es in Form von glänzenden Tröpfchen aus, welche bei der Exosmose des Basenüberschusses wieder in Lösung übergehen und mit allen ursprünglichen Eigenschaften von Neuem abgeschieden werden können. Stärkere Basen bringen die anfangs ausgeschiedenen Granula zum Erstarren. Die mit schwachen Basen wie erwähnt ausgeschiedenen Proteosomen gerinnen bei 50—56°. Verschiedene Reagentien führen zum Uebergang in den unlöslichen Zustand. Schon das Absterben der Zellen in der wenig schädlichen Coffeinlösung, oder das Töten der Zellen durch Verletzung führt die Gerinnungserscheinungen herbei, die durch Ausstoßen von Wasser, Fest- und Unlöslichwerden charakterisiert sind.

Die mit schwachen Basen ausgeschiedenen Tröpfchen des Protoproteins nehmen leicht Ammoniak aus stark verdünnten Lösungen auf, und werden hierdurch fest und unlöslich. — Die frischen sowohl als die mit Ammoniak behandelten Ausscheidungen besitzen Reduktionsvermögen für selbst hochverdünnte alkalische Silbernitratlösung. Die durch Säuren oder Alkohol koagulierten Proteosomen dagegen haben diese Fähigkeit nicht mehr.

Durch diese Eigenschaften unterscheidet sich das labile Protein von allen bisher bekannten nicht organisierten Proteinstoffen. Nach dem Verf. ist es wohl möglich, dass das Protoprotein in vielen isomeren und vorläufig nicht unterscheidbaren Modifikationen vorkommt.

Allem dem gegenüber wurde namentlich von Pfeffer, Overton und Klemm dem Verf. vorgeworfen, dass die Reaktionen auf das labile Protein auch mit Gerbstoffen und Phloroglucin eintreten. Es wurde behauptet, dass die Silbernitrat-reduzierenden Stoffe andere Körper sein könnten als die von den Verf. als solche bezeichneten Aldehydgruppen. Entgegen den Befunden der Verf. sollten die durch Coffein und Antipyrin ausgeschiedenen Körper ihre reduzierenden Eigenschaften auch beim Erwärmen bewahren. Es könne somit von der großen Labilität, die ihnen zukommen soll, keine Rede sein. Es wurde ferner betont, dass die Lebensfunktionen nicht einem einzigen Körper zugesprochen werden können, und dass die „derzeitigen chemischen Kenntnisse „nicht erlauben, diejenigen Umsetzungen zu präcisieren, welche die Protein„stoffe des Protoplasten mit dem Tode erfahren“ (Pfeffer).

Digitized by Google

Allen diesen Einwänden gegenüber hält Verf. an seinen früheren Befunden fest, erläutert sie hier an einer ganzen Reihe neuer Beispiele, und zieht aus ihnen weitgehende theoretische Folgerungen. Und man wird in der That nicht anders thun können, als bis auf Weiteres, die thatsächlichen Beobachtungen als solche hinzunehmen. Sie scheinen dem Ref. durch die viele Jahre fortgesetzten Studien des Verf. und einiger Mitarbeiter genügende Beweiskraft zu besitzen. Auch einige der theoretischen Sätze in der hier dargebotenen Verbindung mit der Chemie der labilen chemischen Körper erscheinen der Beachtung wert. Freilich ist Labilität der isolierbaren Körper noch lange keine Lebensthätigkeit. Aber wenn es gestattet ist aus der Thatsache der Bildung von assymetrischen optisch aktiven Körpern auf die mutmaßliche Struktur der Bestandteile des Chlorophylls, der Nervensubstanz, und der Enzyme zu schließen, wie es von Pasteur, E. Fischer u. a. m. geschah, so sollte man auch einen großen Teil der hier vorgeführten Hypothesen mindestens als vorläufigen Notbehelf ansehen dürfen.

In den einleitenden Kapiteln durchgeht der Verf. den heutigen Stand der Forschungen über die Struktur und die Chemie des Protoplasmas inwieweit dies dem sonstigen Inhalte des Buches entspricht. In ihnen tritt die Anschauung in den Vordergrund, dass die tiefer liegenden und schwer zugänglichen Probleme morphologischer Natur sind, und man darum gut thut, zunächst die einfacheren chemisch-physiologischen Fragen zu lösen. Die Ursache der Lebensthätigkeit liegt für den Verf. nicht in der Wärme, Elektrizität u. s. w. sondern in einer speziellen chemischen Thätigkeit, nämlich in der Aufnahme von Sauerstoff seitens der lebenden Materie. Im Ganzen steht der Verf., um die moderne Bezeichung zu gebrauchen, auf dem Standpunkte der mechanistischen Auffassung der Lebensvorgänge. Um die lebende Substanz physiologisch zu begreifen, müsse man sich zunächst die Hauptfrage stellen: Welche Umstände führen zur cellulären Atmungsthätigkeit und zur Umwandlung der hierbei produzierten Wärme in die chemische Energie der lebenden Zellen".

Unter dem Begriffe der Begleiter des Protoplasmas fasst Verf. die unorganischen Salze und organische Verbindungen des Zellinhaltes zusammen, und klassifiziert dann die Proteinstoffe der Zellen. Man muss die Proteinstoffe in funktionierende und Reservestoffe teilen. „Erstere bilden die lebendige „Substanz und sind leicht veränderlicher labiler Natur; letztere sind meist pas„sive, mäßig stabile Körper, doch kommt im Zellsaft und Cytoplasma vieler „pflanzlicher Objekte auch ein labiler Reserve-Eiweißkörper vor".

Um die Resultate der Forschungen des Verf. und seine Theorien kennen zu lernen, genügt eine Uebersicht über die letzten Kapitel des Buches. Die Forschungen des Verf. führten ihn zur Aufstellung einer neuen Theorie der Eiweißbildung, deren Grundlagen hier ausführlich wiederzugeben nicht möglich ist. Die Synthese soll durch Formaldehyd, Ammoniak und Schwefelwasserstoff zu Stande kommen:

1. $4\ HCHO + NH_3 = CHO.CHNH_2.CH_2.CHO + 2\ H_2O$
   Aldehyd der Asparaginsäure.
2. $3\ C_4H_7NO_2 = C_{12}H_{17}N_3O_4 + 2\ H_2O$
   Intermediäres Produkt.
3. $6\ C_{12}H_{17}N_3O_4 + 12\ H + H_2S = C_{72}H_{112}N_{18}SO_2 + 2\ H_2O$
   Lieberkühn's Eiweißformel.

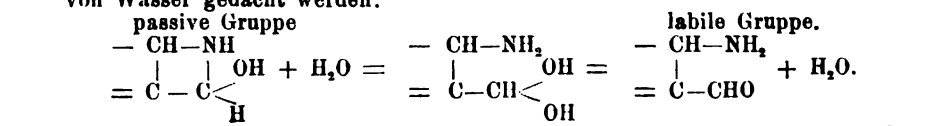
Verf. macht die Annahme, dass die Kondensation zwischen CHO- und CH_2-Gruppen stattfindet, und dass die NH_2-Gruppen vor dem Eingriffe beschützt bleiben. Bei der 3. Gleichung wird die Kondensation nach Art der Pinakon-

Digitized by Google

bildung angenommen. Wegen der hierbei erhalten bleibenden CHO- und NH_2-Gruppen komme dem entstehenden Produkte die große Labilität des aktiven labilen Eiweißes zu; aus ihm resultieren dann die anderen Protein-Modifikationen. Gegen den Einwand, dass alle 3 hier reagierende Substanzen giftig wirken, richten sich die nun nachfolgenden Bemerkungen: Synthetische Prozesse, die bei gewöhnlicher Temperatur verlaufen, setzen reagierfähige Körper voraus, und solche seien häufig giftig. Ferner werden die erwähnten Körper vielleicht nur in solchen Mengen erzeugt, dass sie unmittelbar Verwendung finden können und der Ueberschuss werde in unschädliche Verbindungen umgewandelt. So werde aus HCHO Zucker, aus NH_3 Asparagin, H_2S wandle sich in Sulfate um, aus denen er entstand. — Es mag darauf hingewiesen werden, dass die bisherigen Versuche der Eiweißsynthesen, wie auch die letzten Lilienfeld's die Sachlage nicht klärten, so dass neue Gesichtspunkte willkommen sein sollten. Nach dem hier vorgeführten Material können als C-, S- und N-Quellen nur die erwähnten Körper in Betracht kommen. Die Feststellung, dass in höheren Pflanzen Asparagin erzeugt wird und wieder verschwindet bei genügenden Quantitäten von Glukose, giebt dem Verf. Gelegenheit eine Parallele zwischen dem Stoffumsatz bei höheren Pflanzen und den Tieren zu ziehen.

Gehen wir nunmehr zu dem Eingangs erwähnten Protoprotein. Das ihm gewidmete Kapitel ebenso wie das ihm folgende, betreffend die chemische Charakteristik desselben, ist gemeinsam mit Th. Bokorny verfasst. Ueber die Bedingungen seiner Bildung ist die Arbeit zu vergleichen. Die Anwesenheit dieses labilen Körpers wurde in mehr als 100 Phanerogamen festgestellt. Von Interesse ist die Angabe über sein Vorkommen in jungen Pflanzenteilen, wo aktive Proteinkörper von Vorteil sind. Bei fleischfressenden Pflanzen hängt die Bildung mit der Produktion von Enzymen zusammen. — Die Silberreaktion resp. die Deutung, welche die beiden Verf. ihr gaben, fand, wie bekannt, zahlreiche Gegner. Die auch bei großen Verdünnungen eintretende Reaktion spricht für die Aldehydnatur des reagierenden Körpers, wobei noch in Betracht fällt, dass der labile Körper bei Mangel eines jeden Säurecharakters doch Ammoniak und viele Basen zu binden vermag. Es ist ferner die äußerst rasche Einwirkung von NH_2-NH_2 und NH_2OH zweier mit Aldehyden energisch reagierender Körper zu betonen, welche in 1 proz. Lösung die Proteosomen zum Erstarren bringen. Nächst Aldehyden könnten die ihnen sehr verwandten Oxyketone berücksichtigt werden. Im Uebrigen wurde auf Abwesenheit von Gerbstoff und Glukose geachtet.

Mit der vom Verf. aufgestellten Theorie sind die toxologischen Thatsachen in Uebereinstimmung. „Nach dieser sind die Proteine der lebenden Substanz „Amidoaldehyde, welche beim Absterben der Zellen ihre Aldehydgruppen völlig „und die Amidogruppen zum größten Teile verlieren. Diese Umwandlung ist „mit Verlust chemischer Energie verknüpft". Chemische Arbeit wird umgekehrt geleistet, wenn das tote Eiweiß der Nahrung in den lebenden Zellen zu lebender Substanz umgewandelt wird. Die Rückverwandlung zur labilen Atomgruppe im Sinne der Theorie könnte durch Aufnahme und Wiederabspaltung von Wasser gedacht werden:



Es kann keine Zellenthätigkeit uns verständlich werden ohne die kinetische Labilität, „welche in einem Bewegungszustand, der chemischen Energie gewisser Atome begründet ist" zu berücksichtigen. Einer jeden zukünftigen Theorie müssen die Gesetze chemisch labiler Körper zu Grunde gelegt werden.

Maurizio (Berlin). [54]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. September 1899.** **Nr. 17.**

Inhalt: **Rübsaamen**, Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden (2. Stück). — **Hörmann**, Zur chemischen Kontinuität der lebendigen Substanz. — **Tangl**, Karl Knauthe's Arbeiten über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische. — **Fuhrmann**, Zur Kritik der Planktontechnik. — **Zehnder**, Die Entstehung des Lebens aus mechanischen Grundlagen entwickelt.

Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden.

Von **Ew. H. Rübsaamen** in Berlin.

(Zweites Stück.)

Im Jahre 1895 fand ich *Bremia*-Larven auch an Cocciden- und Psylliden-Larven, nämlich an *Chionapsis vaccinii* Bouché und *Psyllopsis fraxini* L. Nach Kieffer nähren sich gewisse *Bremia*-Larven auch von Milben. Ich selbst habe dies nie beobachtet. Ob dies von Kieffer selbst beobachtet wurde oder nur Vermutung ist, weiß ich nicht. In der obenerwähnten „Synopse etc." p. 27 sagt Kieffer von *Dipl. cilipes* Wtz., die er übrigens mit Recht zu *Bremia* stellt: „probablement parasite *d'Acarides*". Selbst beobachtet scheint er diese Mücke nicht zu haben. Winnertz (Monographie, p. 281) zog dieselbe aus einem faulen Stamme von *Fagus silvatica*, in welchem zugleich eine große Menge von Larven einer Tipuliden-Art, *Limnobia dumetorum*, lebte.

In meiner Arbeit über Gallmücken aus zoophagen Larven (Wiener Entom. Zeitschr., 1891, S. 7) machte ich dann weiter auf eine andere Gallmückenlarve aufmerksam, die ich in den Gallen von *Dichelomyia Galii* gefunden und als Parasit dieser Larven erkannt hatte. Später fand ich ähnliche Larven als Parasiten von *Dich. symphiti* Rübs. in den deformierten Blüten von *Symphytum officinale* L. und an *Arnoldia gemmae* Rübs., welche letztgenannte Art inquilinisch unter den Schuppen der Galle von *Andricus fecundatrix* lebt. Ich zog diese Mücken und beschrieb sie als *Diplosis vorax* Rübs. und *Dipl. necans* Rübs. Kieffer errichtete dann später für diese Arten das Genus *Lestodiplosis* und beschrieb selbst noch eine Anzahl neuer Arten. Auch diese Larven

Digitized by Google

sind gar nicht so selten und nachdem sie einmal entdeckt worden sind und ihre Lebensweise festgestellt ist, begegnet man ihnen überall in der Natur. Der Regel nach scheinen sie sich von andern Gallmückenlarven zu nähren. Man findet sie daher da, wo sich andere Gallmücken aufhalten: in Gallen, in Blütenköpfen der Kompositen, zwischen den Blattscheiden der Gramineen und Cyperaceen, unter fauler Rinde etc. Die Larven sind an ihrer leuchtend roten Farbe und ihren raschen Bewegungen leicht kenntlich. Andere Arten hingegen leben von Milben so z. B. *Lestodipl. tarsonemi* Rübs., deren Larven man oft massenhaft in den von einer *Tarsomenus*-Art erzeugten Deformationen der Triebspitzen von *Arundo phragmites* findet. Kieffer hat eine Larve einer unbeschriebenen Art im (sic!) *Phyllerium impressum* Cord. auf *Quercus coccifera* beobachtet. Ob diese Larve sich thatsächlich von den Milben nährt, die dieses *Phyllerium* erzeugen oder ob sie vielleicht *Arthrocnodax*-Larven, von denen es bekannt ist, dass sie sich von Gallmilben nähren, nachgeht, ist nicht erwiesen. Kieffer will ferner beobachtet haben, dass sie sich von Larven von Mycetophiliden und Xylophagen nähren. Unmöglich erscheint dies nicht. Ich selbst zog ferner eine Art, *Lestodipl. liviae* Rübs., welche oft in Menge in den von *Livia juncorum* Latr. erzeugten Blattbüscheln an der Halmspitze verschiedener *Juncus*-Arten vorkommt und sich von den Larven und Nymphen dieses Blattflohes nährt.

Nicht so vielseitig in Bezug auf ihre Nahrung sind die *Arthrocodax*-Larven. Alle bekannten Arten nähren sich im Larvenstadium von Milben meist von Eriophyiden (Phytopten). Man findet sie daher in der Regel in oder auf Milbengallen, doch habe ich auch Larven dieser Gattung frei auf Blättern gefunden, auf welchen sich keine Milbengallen befanden. So fand ich *Arthrocnodax*-Larven im Filze der Blattgallen von *Oligotrophus annulipes* Htg. = *piligerus* H. Lw. auf den Blättern von *Viburnum lantana* L., welche mit den bekannten, von einer noch nicht beschriebenen Gallmücke erzeugten Blasengallen bedeckt waren und endlich auf den Blättern von *Populus tremula* L. und *Humulus lupulus* L. Die Blätter der beiden zuletzt genannten waren reichlich mit *Tetranychus telarius*, der bekannten roten Spinne besetzt. Zweifellos nährten sich die Larven von diesen Milben. Die eine dieser auf *Populus tremula* lebenden Arten habe ich als *Arthrocnodax incanus* Rübs. bekannt gemacht.

Außer diesen fleischfressenden Vaganten giebt es unter den Cecidomyiden aber auch phylophage. So nähren sich die Larven der Gattung *Mycodiplosis* von den Sporen verschiedener Schmarotzerpilze. Die erste Gallmücke aus mykophagen Larven beschrieb Winnertz als *Diplosis coniophaga*. Eine andere Art, *Diplosis ceomatis* Wtz., soll nach demselben Autor ebenfalls mycophag sein. Kieffer (l. c. S. 39) stellt diese Art zum Genus *Lestodiplosis*, behauptet aber sehr willkür-

Digitized by Google

lich, dass sie sich von den Larven von *Mycodiplosis coniophaga* Wtz. nähre. Möglich ist dies ja immerhin, aber erstens hatte Kieffer nicht Gelegenheit diese Art selbst zu beobachten und zweitens ist es zu voreilig, wenn man annimmt, dass nur die Larven von *Mycodiplosis* Pilzfresser seien. Ich selbst habe z. B. Larven von *Clinodiplosis* auf *Erysiphe* beobachtet, ohne damit den Beweis liefern zu wollen, dass diese Larven sich auch thatsächlich von den Sporen dieses Pilzes nähren. Das Genus *Clinodiplosis* Kffr. ist in Bezug auf die Lebensweise der Larven sehr vielseitig; einige Arten sind Gallenerzeuger so z. B. *Dipl. thalictricola* Rübs. und *bupleuri* Rübs.[1]). Eine andere Art, *Dipl. galliperda* Fr. Lw. lebt unter den Gallen von *Neuroterus lenticularis* Ol. und *laeviusculus* Schenck, dieselben verunstaltend; wieder andere Arten wohnen inquilinisch in Cecidomyidengallen, so z. B. *Dipl. botularia* Wtz. in den von *Dicholomyia fraxini* Kffr. erzeugten Blattrippengallen an *Fraxinus excelsior*; ferner findet man Larven von *Clinodiplosis* in den Blütenköpfen von Kompositen wie z. B. *Dipl. cilicrus* Kffr., in den Körbchen von *Centaurea*, *Cirsium*, *Carlina* etc. Eine Art *Diplosis rosiperda* Rübs. lebt in Rosenknospen und verhindert das Aufblühen derselben, eine andere *Dipl. oculiperda* Rübs., dem Gärtner bekannt als „roter Wurm" an den Okulationsstellen der Rosen, das Anwachsen der eingesetzten Augen verhindernd. Ferner beobachtete Kieffer die Larven einer Art, *Dipl. coriscii* Kffr. in den Blattminen einer Motte, *Coriscium Brongniardellum* F. auf Eichen. Außerdem fand ich Larven von *Clinodiplosis* zwischen den Blattscheiden sowohl frischer als abgestorbener *Carex*-Arten und Kieffer fand sie unter faulen Blättern und fauler Rinde zwischen Larven von *Campylomyza* und *Holoneurus*. Es ist noch gar nicht bewiesen, ob die Larven von *Clinodiplosis* sich nur in idealer Weise an der Gesellschaft anderer Gallmücken oder als bescheidene Mieter, Pflanzensaft saugend, sich des Schutzes erfreuen, den ihnen die Galle ihres Wirtes gewährt. Gerade diese Gattung enthält in Bezug auf die Lebensweise ihrer Larven Uebergangsformen und ob nicht die eine oder andere Larve durch

1) Kieffer's Ansicht (conf. l. c. S. 37), dass die Larven von *Clinodiplosis* wohl alle nur in Gesellschaften anderer Gallmücken lebten, ist hinfällig. Den Beweis, dass manchen dieser Larven die Fähigkeit innewohnt deformierend auf Pflanzen einzuwirken, liefert schon *Diplosis galliperda* Fr. Lw. Die Cynipiden-Gallen, unter welchen sich die Larve dieser Art aufhält, sind in ganz charakteristischer Weise deformiert. Bei *Diplosis thalictricola* m. besteht kein Zweifel, dass sie Gallenbildner ist und ebensowenig bei *Dipl. equestris* Wagn. falls diese Mücke wirklich zum Genus *Clinodiplosis* zu zählen ist. Bei *Dipl. bupleuri* Rübs. ist der Nachweis, dass sie Gallenbildnerin sei, nicht vollständig. In diesen Gallen leben auch noch andere *Diplosis*-Larven, worauf ich selbst (Entom. Nachr., 1895, S. 182) hingewiesen habe. Diese in Rede stehenden andern *Diplosis*-Larven als zu *Dipl. pastincae* Rübs. gehörend hinzustellen, ist sehr voreilig.

Digitized by Google

das enge Beisammensein mit andersartigen Larven der Appetit nach Fleisch anwandelt, ist so ohne Weiteres nicht zu verneinen. Belege für diese Ansicht liegen bis jetzt freilich ebensowenig vor. Aber die unter fauler Rinde oder faulen Blättern in Gesellschaft von *Campylomyza* resp. *Holoneurus* gefundenen Larven von *Clinodiplosis* haben sich sicher nicht an diese Plätze begeben nur aus Bedürfnis nach Gesellschaft, sondern entweder um sich von den sich zersetzenden Pflanzenstoffen zu nähren, oder um die *Campylomyza*-Larven zu fressen. In ersterem Fall ist es reiner Zufall, dass sie in Gesellschaft der *Campylomyza*-Larven gefunden wurden; aber in ihrer Lebensweise liegt alsdann eine Andeutung für Neigung zur Pilzkost und es wäre gar nicht zu verwundern, wenn andere *Clinodiplosis*-Larven ausgesprochene Pilzfresser wären. Wenn aber bei dem einen Genus, in Bezug auf die Lebensweise, so heterogene Larven vorkommen, warum soll es nicht möglich sein, dass sich auch in einem andern Genus ein Apostat findet? Die Natur richtet sich nun einmal nicht nach den von Menschen aufgestellten Systemen. Wenn also *Dipl. ceomatis* Wtz. wirklich zum Genus *Lestodiplosis* gehört, so ist damit allein noch nicht der Beweis erbracht, dass ihre Larven sich von den Larven von *Dipl. coniophaga* Wtz. nähren. Ohne vollgiltigen Beweis sollte man aber die Angaben eines so vorzüglichen Beobachters, wie Winnertz war, nicht als unrichtig hinstellen.

Im Jahre 1889 wurden dann von mir in den Entom. Nachrichten S. 377—382 noch einige andere Gallmücken aus mykophagen Larven beschrieben: *Dipl. erysiphes*, *sphaerothecae* und *pucciniae*, denen ich später noch *Dipl. melampsorae* und Kieffer *Diplosis pulsatilla*, *tremulae* und *tussilaginis* anreihete. Auch an Hutpilzen wurden Cecidomyidenlarven beobachtet, so z. B. die Larven von *Campylomyza pumila* Wtz.

Im Vorstehenden ist die Lebensweise fast aller bekannter Cecidomyiden-Larven bereits angegeben. An totem Holze, hauptsächlich unter abgestorbener Rinde leben sehr verschiedene Gallmückenlarven, meist Vertreter der *Epidosis*-Gruppe und der zweiten und dritten Unterfamilie. Außer diesen lebt *Dichelomyia albilabris* Wtz. und *Diplosis praecox* Wtz. im Larvenstadium wahrscheinlich an totem Holze. Diesen beiden Arten stehen als Bewohner von faulendem Holze über 40 Arten aus der *Epidosis*-Gruppe circa 30 Lestreminen und fast alle bekannten Héteropezinen gegenüber. Fast alle diese Larven zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur auf der Bauchseite sondern auch auf dem Rücken mit den meist spitzen dornartigen Wärzchen (verucae ventrales et dorsales) versehen sind. Für diese Arten haben die genannten Wärzchen auf dem Rücken in der That einen sofort einleuchtenden Zweck. Da die alte Rinde dem Holze meist noch ziemlich dicht anliegt, so vermag sich die Larve, die sich zwischen Rinde und

Digitized by Google

Holz fortschiebt, bald mit den Rückenwärzchen an der Rinde, bald mit den Bauchwärzchen am Holze einzuhaken und so vorwärts zu bewegen. In der That sehen wir dieselbe Bildung wieder bei den meisten Larven, die zwischen den Blattscheiden von Gramineen, Cyperaceen, *Iris*, *Sparganium*, *Typha* etc. leben, weil sie hier wie dort zu diesem Zwecke dienlich ist. Bei den Larven der Gattung *Delichomyia* Rübs. fehlen z. B. für gewöhnlich diese Wärzchen auf dem Rücken; bei *Cec. corneola* Rübs. jedoch, die zwischen Blattscheiden von *Carex* lebt, sind sie vorhanden. Eine Eigentümlichkeit der zwischen Blattscheiden lebenden Larven besteht darin, dass sie bald frei zwischen den Scheiden leben, zuweilen jedoch auch unter der Epidermis.

Dieses doppelte Verhalten konnte ich z. B. beobachten bei den Larven einer merkwürdigen *Epidosis*-Art, die ich kürzlich als *Iridomyza Kaltenbachii*[1]) publiziert habe. Die Larven dieser Art, die sich vor allen bekannten Gallmückenlarven durch die ungeheuere Verlängerung der beiden hintersten Stigmen auszeichnen, leben in der Regel frei zwischen den Blattscheiden dicht am Wurzelstocke. Man findet sie jedoch auch nicht selten in den Blättern und dass sie sich hier nicht stets an derselben Stelle aufhalten, sondern wandern, scheint daraus hervorzugehen, dass das Blatt hinter der Larve auf eine kurze Strecke abgestorben ist. Diese toten Blattstellen erscheinen als kurze braune Streifen, die kaum breiter sind als die Larve. Auch *Diplosis glyceriae* Rübs. lebt bald frei zwischen den Blattscheiden von *Glyceria spectabilis*, bald unter der Epidermis, während andere Arten mehr sesshaft zu sein scheinen und unter Umständen sogar leichte Deformationen, die meist als schwache Einsenkungen im Halme erscheinen, hervorbringen. Zu diesen Arten gehört z. B. *Lasioptera calamagrostidis* Rübs., vor allen Dingen aber jene Arten, die sich unter der alten Puppenhaut, dem sogenannten Tönnchen, verwandeln. Mit einer einzigen Ausnahme gehören diese Larven dem Genus *Oligotrophus* Latr. an. (Kieffer hat für diese Arten das Genus *Mayetiola* errichtet). Diese Ausnahme bildet eine *Diplosis*-Art, die ich kürzlich als *Thurauia aquatica* beschrieben und in dieser Arbeit bereits erwähnt habe. Die *Oligotrophus*-Larven, welche sich in Tönnchen verwandeln, leben, so weit dies bekannt ist, ohne Ausnahme von Gramineen, frei zwischen den Blattscheiden ohne Gallen zu erzeugen, oder in leichten Einsenkungen

1) Während der Drucklegung dieser Arbeit ersehe ich, dass Kieffer, ohne diese Art jemals gesehen zu haben, die von mir gegebene Beschreibung verbessern und die Art zum Genus *Dicerura* Kffr. stellen zu müssen glaubt. Herr Kieffer vergleicht in der Wiener Ent. Zeit., 1899, S. 165 ff. meine *Iriodomyza Kaltenbachii* mit einer *Dicerura scirpa* und beruft sich dabei auf seine Angaben im Bull. soc. hist. nat., Metz 1898, p. 57. An der genannten Stelle, die ja auch ich citiere, nennt K. aber dieselbe Art *Dic. scirpicola*. An dieser Stelle kann ich nur diesen einen groben Fehler corrigieren. Andere Irrtümer der Kieffer'schen Auffassung werde ich an anderer Stelle berichtigen.

Digitized by Google

am Halme oder endlich in richtigen Deformationen. Zu den ersteren gehören *Oligotrophus avenae* Kffr., *dactylidis* Kffr., *destructor* Say, *hierochloae* Lind. und *Joannisi* Kffr. Leichte Halmvertiefungen erzeugen *Oligotr. moliniae* Rübs. und wahrscheinlich *Oligotr. bimaculatus* Rübs. Eine Deformation der Triebspitze erzeugt *Olig. lanceolatae* Rübs. an *Calamagrostis* und eine bauchige Verdickung der Halmbasis an *Molinia coerulea* wird von *Olig. ventricolus* Rübs.[1]) erzeugt. Ganz vereinzelt stehen die Deformationen, welche *Oligotr. poae* Bosc und *Oligotr. radicificus* Rübs. hervorbringen. Durch Einwirkung der Larven entwickeln sich Würzelchen, die sich rings um den Halm in dichtem Knäuel anlegen und den Maden gegen Angriffe von außen einen gewissen Schutz verleihen.

Zwischen den Blattscheiden verschiedener Pflanzen leben aber außerdem noch eine Anzahl anderer Cecidomyiden-Larven. Auch hier wird ein größeres Kontingent von Vertretern der *Epidosis*-Gruppe und von Lestreminen, besonders *Campylomyza*-Arten gestellt. Doch sind bisher von diesen Arten noch recht wenig beschrieben worden. Die erste Art, deren Larven unter Blattscheiden lebt, wurde von mir als *Asynapta Thuraui* bekannt gegeben; ihre Larve lebt auf *Calamagrostis lanceolata*. Kieffer hat kürzlich (l. c. S. 57) unter dem Namen *Dicerura scirpicola* eine *Epidosis*-Art beschrieben, deren Larven an *Scirpus silvaticus* lebt. Ferner lebt an *Carex* gar nicht selten eine andere zur *Epidosis*-Gruppe gehörende Art *Colomyia caricis* n. sp. deren kurze Diagnose ich hier in Fußnote gebe[2]).

Auch die anfangs dieser Arbeit erwähnte *Coccomorpha circumspinosa* Rübs. lebt zwischen den Blattscheiden verschiedener *Carex*-Arten, während *Cecidomyia scirpi* Kffr. und *Campylomyza* (*Wasmanniella*) *aptera* Kffr. an *Scirpus* und *Rhizomyia perplexa* Kffr. sogar an den Wurzeln von *Carex glauca* leben soll. Möglicherweise ist die

1) *Oligotr. ventricolus* n. sp. Thorax glänzend samtschwarz, von der Flügelwurzel zum Halse ein breiter roter Streifen. Abdomen rot mit um den Leib herumlaufenden schwarzen Binden; die Binden sind an den Seiten jedoch verschmälert und zuweilen schmal unterbrochen und mattschwarz, während sie sich sonst, besonders auf der Bauchseite als glänzend schwarze Platten darstellen. Fühler ganz schwarzbraun; Flügel dunkelbraun. Aehnliche Deformationen an derselben Pflanze scheinen von verschiedenen Cecidomyiden erzeugt zu werden.

2) *Colomyia caricis* n. sp. Orangerot, Thorax oben mit 3 braunen Striemen. Augen nur in einem Punkte zusammenstoßend. Fühler in beiden Geschlechtern 2 + 21gliedrig; die Knoten fast kugelig. Lamellendecke und Lamelle der männlichen Genitalien ungefähr halb so lang wie die breiten kurzen ganzen Basalglieder, Penis ungeheuer lang, die Klauenglieder weit überragend. Unterhalb des Penis eine lamellenartige Verlängerung, die seitlich mit den Basalgliedern verwachsen ist und nur mit kurzer abgerundeter Spitze vorragt. Flügel sehr schlank; 3. Längsader dem Hinterrande sehr nahe.

Digitized by Google

Larve aber nur zur Verwandlung in die Erde gegangen und zufällig nur auf den Wurzeln gefunden worden.

Alle diese an niedern Sumpfpflanzen lebenden Cecidomyiden müssen jedenfalls sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung des Wassers sein. Auf diese Widerstandsfähigkeit der Cecidomyiden-Larven im allgemeinen habe ich schon hingewiesen; die Larven von *Thurauia aquatica* leben thatsächlich, wie ich mich überzeugt habe, in der Natur längere Zeit unter Wasser und auch von einer andern Gallmückenlarve, derjenigen von *Miastor subterranea* Karsch, welche in den Rhizomorphen von Burgk gefunden wurde, wird von ihrem Entdecker R. Schneider mitgeteilt, dass sie lange im Wasser leben könne.

Eine ähnliche Lebensweise wie die zwischen Blattscheiden lebenden Cecidomyiden-Larven führt *Diplosis brachyntera* Schwägr., deren Larven zwischen Kiefernadeln an der Basis derselben lebt und eine gallenartige Anschwellung derselben hervorbringt; auch bei ihr sind, wie ihre Lebensweise erwarten ließ, kleine derartige Wärzchen auf dem Rücken vorhanden. Noch nicht völlig aufgeklärt ist die Lebensweise einer andern an *Pinus* vorkommenden Mücke, *Diplosis pini* Geer. Man findet dieselbe in einem Harztönnchen auf den Nadeln von *Pinus silvestris* gar nicht so selten, ob sie aber in einem frühern Stadium wie einige amerikanische Arten in Harzklümpchen lebt, ist noch nicht erwiesen. Ausgezeichnet ist diese Mücke durch gewaltige blasenartige Rückenwarzen und dadurch, dass sie auch am letzten Segmente mit Stigmen versehen ist.

Außer den mykophagen Larven sind noch eine Anzahl anderer phytophager Larven bekannt geworden, welche auf Pflanzen leben ohne Gallen zu erzeugen. Hier sind zunächst einige von Kieffer beschriebene Arten zu erwähnen, welche im Larvenstadium wahrscheinlich auf Moos leben. Zwei derselben (*Bryocrypta dubia* und *Holoneurus muscicolus*) gehören zur *Epidosis*-Gruppe, die anderen (*Catocha muscicola, Bryomyia Bergrothi, Prionellus muscicolus* und *Joannisia muscorum* und *palustris*) zu den Lestreminen. Alle andern ohne Gallenbildung hervorzurufen auf Pflanzenkost angewiesene Cecidomyinen gehören der *Lasioptera*- oder *Diplosis*-Gruppe an. Von diesen ist *Dilechomyia Pseudococcus* Rübs., die von Prof. Dr. Fr. Thomas in Ohrdruf entdeckt wurde, eine der interessantesten. Die Larven dieser Art leben auf der Blattunterseite rauhhaariger Weiden; sie lösen Haare vom Blatt ab und überdecken sich mit denselben, sich in einem Nervenwinkel des Blattes festsetzend. In Amerika[1]) lebt *Cecidomyia glutinosa* Osten-Sacken in ähnlicher Weise auf *Carya*-Blättern. Alle andern Mitteilungen der Autoren, nach welchen Cecidomyiden-Larven auf Blättern gefunden wurden, ohne dass Gallenbildung vorlag, sind zu unbestimmt

1) In dieser Arbeit sind im übrigen nur europäische Cecidomyiden berücksichtigt worden.

Digitized by Google

um hier berücksichtigt zu werden. Nicht ausgeschlossen ist, dass jene Autoren mykophage oder zoophage Larven vor sich gehabt haben. Noch zwei andere Cecidomyiden seien hier erwähnt, deren Larven auf Blättern leben und auf denselben abnorme Haarbildung, nicht unähnlich gewissen von Milben erzeugten Erineen, hervorrufen. Es sind *Dilechomyia scabiosae* Kffr. und *Dich. Beckiana* Mik. Erstere lebt auf *Scabiosa columbaria*, letztere auf *Inula conyza*. Außer dieser abnormen Haarbildung tritt jedoch auch in der Regel Blattkräuselung oder eine Hemmung des Wachstumes ein. Beide Arten begnügen sich jedoch nicht nur mit den Blättern, sondern greifen oft auch den Stengel an, der dann ebenfalls die abnorme Behaarung aufweist oder besonders bei *Cecidomyia Beckiana* Mik eine Deformation der Triebspitze aufweist. Mit diesen beiden Arten ist jedoch die Reihe derjenigen Gallmücken, welche auf ihrer Nährpflanze abnorme Haarbildung hervorrufen, noch nicht geschlossen.

In den Blüten verschiedener Gramineen leben eine ganze Reihe von Cecidomyiden ohne Gallenbildung hervorzurufen. Am bekanntesten ist *Diplosis tritici* Kirby., die nicht selten in Weizenähren angetroffen wird, zugleich mit *Dipl. mosellana*. Eine ähnliche Lebensweise führen *Diplosis brizae* Kffr., *Dipl. dactylidis* H. Lw., *Dipl. geniculati* Reutt., *Oligotr. alopecuri* Reutt. und *Cecid. airae* Kffr., während *Cec. riparia* in *Carex*-Blüten lebt.

Auch in den Körbchen verschiedener Kompositen kommen verschiedene Cecidomyiden vor. So findet man *Diplosis cilicrus* Kffr. in *Cirsium, Carlina* etc., *Dipl. hypochoeridis* Rübs. an *Hypochoeris*, *Rhopalomyia Magnusi* Rübs. in den Körbchen verschiedener *Artemisia*-Arten, *Cecidomyia compositarum* in den Körbchen von *Hypochoeris* und *Senecio*, *Diehelomyia crinata* Rübs. an *Senecio*.

Seltener sind diejenigen Cecidomyiden, welche Früchte bewohnen ohne Deformationen hervorzubringen. Hier sind nur zwei *Diplosis*-Arten zu nennen, von denen die eine *Diplosis asclepiadis* Gir. in den Fruchtkapseln von *Cynanchum vincetoxicum* und die andere, *Diplosis pisi*, in den Hülsen der Erbse lebt. Bei ersterer ist nie, bei letzterer selten eine Deformation der Fruchthülle beobachtet worden.

Der bei weitem größere Teil der Cecidomyiden erzeugt Gallen. In Bezug auf die Entstehung der Gallen sind verschiedene Theorien aufgestellt worden. Gelöst hat dieses Rätsel bisher niemand. Dass aber die Thätigkeit der Larven, wenigstens in vielen Fällen bei der Gallenbildung von der größten Bedeutung ist, geht daraus hervor, dass Gallen, in welchen die Mückenlarven aus irgend einem Grunde gestorben sind, sich nicht vollständig entwickeln. Nach dem von Prof. Dr. Thomas zuerst aufgestellten Satze, können sich Gallen nur an nicht völlig entwickelten Pflanzenteilen bilden.

Mit Ausnahme der Wurzel findet man Mückengallen an allen

Digitized by Google

Teilen der Pflanze und man kann demnach Deformationen 1. der Früchte oder Fruchthüllen, 2. Blütengallen, 3. Deformation des Blütenstandes, 4. der Triebspitze, 5. des Stengels und 6. der Blätter unterscheiden. Eine scharfe Grenze lässt sich hier jedoch nicht ziehen. Mit der Deformation des Blütenstandes ist z. B. meist auch eine Deformation der Triebspitze verbunden, Triebspitzendeformationen treten nicht selten in Begleitung von Blattrollung auf u. s. w. Die Blattdeformationen sind untereinander wieder sehr verschieden. Man unterscheidet Kräuselungen, Faltung, Rollung der Blätter und Blattgallen von bestimmter Form, die entweder als Parenchymgallen oder Ausstülpungen aufzufassen sind.

Auch hier finden Uebergänge statt. *Cecidomyia pustulans* Rübs. erzeugt an den Blättern von *Spiraea ulmaria* und *filipendula* flache, hellgelbgefärbte Blattausstülpungen nach oben. Aehnliche Deformationen finden sich an den Blättern von *Acer*, *Quercus*, *Corylus* etc. Zu Hörnchen- resp. beutelförmigen Gallen werden hingegen die Ausstülpungen, welche *Cecid. subulifex* Kffr. an den Blättern von *Quercus cerris* oder *Oligotrophus bursarius* Wtz. an denjenigen von *Glechoma hederacea* erzeugt und die Galle von *Oligotrophus caprea* Wtz. möchte als ein Uebergang zu den echten Parenchymgallen anzusehen sein. Ebenso finden Uebergänge zwischen Kräuselungen, Faltungen, Rollungen der Blätter bis zu den Blattausstülpungen statt. So erzeugt z. B. *Diplosis heraclei* Rübs. an den Blättern von *Heracleum sphondylium* gelbe Blattausstülpungen nach oben, wenn nur einige wenige Larven nahe bei einander sitzen. Befindet sich jedoch eine größere Anzahl von Larven auf einem Blatte, so entstehen nicht selten Blattfalten oder — falls die Larven sich nahe dem Blattrande aufhalten — Rollungen und Umklappungen des Randes. Aehnliche Uebergänge kommen vor bei den von *Dichelomyia Engstfeldi* Rübs. erzeugten Blattdeformationen *a Spiraea ulmaria*.

Viel seltener als bei Cynipiden kommen bei den Cecidomyiden Gallbildungen vor, die man als Galläpfel bezeichnet. Als solche Galläpfel könnte man z. B. die Blattgallen von *Oligotrophus fagi* Htg. und *annulipes* Htg. (= *piligerus* H. Lw.), sowie von *Dichrona gallarum* Rübs. ansehen. Letztere erscheint zugleich als eine Uebergangsform zu den Stengelgallen; sie scheint in der Regel auf den Blättern mehrerer *Carex*-Arten zu sitzen, doch sah ich sie auch an blütentragenden Halmen. Während diese Galle, die ja auch meist unmittelbar über oder sogar in der Erde sich entwickelt, bis zu ihrer Verwesung mit dem Blatte vereinigt bleibt, lösen sich die beiden erstgenannten Gallen meist vor dem Laubfalle im Herbste vom Blatte ab, auf diesem eine kleine Vertiefung zurücklassend, in welcher die abgefallene Galle mit einem kleinen Zapfen gesessen hat. An dieser Stelle der abgefallenen Galle, befindet sich die Oeffnung, aus welcher im kommenden Jahre

Digitized by Google

die Mücke die Galle verlässt und welche während des Winters meist durch ein dünnes Häutchen geschlossen ist. Auch die von *Oligotr. bursarius* erzeugten Blattausstülpungen lösen sich, sobald die Larve reif ist, an ihrer Basis vom Blatte ab, noch der Nymphe bis zu ihrer Entwicklung zur Imago Schutz gewährend. Aehnlich wie bei *Oligotrophus fagi* und *annulipes*, doch noch komplizierter gestalten sich die Verhältnisse bei *Oligotr. Réaumurianus* Fr. Lw., welche dieser ausgezeichnete Beobachter in den Verhandl. der k. k. zool.-bot. Gesellschaft zu Wien, 1878, S. 388 u. 389 so anschaulich folgendermaßen schildert: „So lange eine solche Anschwellung einfärbig lichtgrün ist, besteht ihr Inneres aus einem gleichförmigen Zellgewebe, in welchem die Larve eingebettet liegt. Ist aber einmal die Spitze ihres kegelförmigen Teiles gelblich oder bräunlich gefärbt und soweit diese Färbung reicht von einer Furche umsäumt, dann hat sich in ihrem Innern bereits eine eigentümliche Differenzierung vollzogen, welche darin besteht, dass sich in der Mitte der Anschwellung von der kegelförmigen Spitze nach innen ein zapfenförmiges Stück von $2^1/_4$—$2^1/_2$ mm Durchmesser von der übrigen Gallensubstanz abgrenzt. Dieses zapfenförmige Stück, welches nicht durch die ganze Anschwellung hindurch reicht, sondern nur eine Länge von $^2/_3$—$^3/_4$ des Dickendurchmessers derselben hat, enthält die Larvenkammer und ist somit die eigentliche oder Innengalle, welche in der fleischigen Anschwellung wie ein Stöpsel im Flaschenhalse steckt und nur mit ihrer gelb oder braun gefärbten Spitze aus dieser herausragt.

Von Mitte Juni bis anfangs Juli werden diese Zapfen von der Pflanze ausgestoßen und fallen zu Boden, wo sie durch den Einfluss der Luft in kurzer Zeit ihre Färbung verlieren und schließlich braun wie der Boden werden, auf dem sie liegen. Ich sage „ausgestoßen“ weil die Pflanze in der That Gewalt braucht, um sie los zu werden. Es wird nämlich das Ausfallen eines jeden solchen Zapfens dadurch bewirkt, dass das ihm zunächst befindliche Zellgewebe im Inneren der Zelle stark aufquillt und den Zapfen gewaltsam hinausdrängt. Wie bedeutend dieses Anschwellen der Gallensubstanz ist, wird aus dem Umstande ersichtlich, dass man einen soeben ausgefallenen Zapfen nicht wieder und selbst nicht mit Gewalt in den von ihm bisher eingenommenen Hohlraum zu stecken vermag, weil dieser von dem aufgequollenen Zellgewebe beinahe ganz erfüllt ist“.

Die Larve überwintert in dem ausgefallenen Zapfen. Vor ihrer Verpuppung präformiert sie (wörtlich nach Löw) um die kegelförmige Gallenspitze herum eine ringförmige Furche, welche den Zweck hat, der Puppe das Ausschlüpfen zu ermöglichen. Es wird nämlich hierdurch eine Art Deckel an der Gallenspitze gebildet, welchen die Puppe bloß emporzudrücken braucht, um sich aus der Galle herausschieben zu können. (Drittes Stück folgt.)

Digitized by Google

Zur chemischen Kontinuität der lebendigen Substanz.

Erwiderung auf die J. Bernstein'sche Besprechung meiner Arbeiten („Zur Konstitution und Reizleitung der lebenden Substanz". Biologisches Centralblatt, Bd. XIX, Nr. 9).

Von Dr. G. Hörmann.

J. Bernstein hat in seinen „Bemerkungen" mehrfach mir unrichtig scheinende Behauptungen aufgestellt, denen entgegenzutreten — bei der Autorität, welche dieser auf gewissen Spezialgebieten der Physiologie so erfolgreiche Forscher genießt — ich nicht länger zögern darf.

Unter dem Eindrucke der zeitlichen Aufeinanderfolge zweier von mir herausgegebener Abhandlungen[1]) ist Bernstein zu der Meinung gelangt, dass meine „Studien etc." der Ausgangspunkt zur „Kontinuität etc." gewesen waren, was nicht seine Billigung findet; denn S. 292 l. c. heißt es: „Man darf wohl sagen, dass diese sehr eigentümliche Differenzierung eines mechanische Arbeit leistenden Protoplasmas sehr wenig dazu geeignet war, um daraus allgemeine Theorien über Reizbarkeit und Kontraktilität herzuleiten".

Es ist nun fürs erste durchaus unzutreffend, dass das Studium des Rotationsphänomens für mich die Veranlassung zu den in der „Kontinuität etc." entwickelten Vorstellungen gewesen sei; sondern diese entstanden zeitlich so ziemlich in derselben Reihenfolge, die ich ihnen auch in der Abhandlung belassen habe. Die Strömungserscheinungen der lebendigen Substanz erscheinen darin an letzter Stelle, da sie sich vorerst überhaupt nicht in das Prinzip der Kontinuität einzufügen schienen. Waren z. B. die Nägeli'schen Anschauungen[2]), nach welchen das strömende Plasma immer flüssiger wird und sich schließlich gänzlich im Zellsaft auflöst, und die Drehungen der in die Strömuug geratenen Chlorophyllkörner rein passiver Natur sind, zu Recht bestehend, so war die flüssige Beschaffenheit des Plasmas in hohem Maße wahrscheinlich; und ich hätte mich gegebenen Falles sofort entschlossen, diese Anschauung auf alle lebendige Substanz auszudehnen. Es schien mir also geboten zu sein, ehe ich an den Abschluss der mich seit einer Reihe von Jahren beschäftigenden Ideen über die chemische Kontinuität der lebendigen Substanz herantrat, mich durch eigene Anschauung von den hier herrschenden Verhältnissen genau zu unterrichten; und erst, als ich fand, dass die diesbezügliche Auffassung Nägeli's irrtümlich war, ja dass sich bestimmte hiebei zu

1) I. Studien über die Protoplasmaströmung bei den Characeen. Jena. Gustav Fischer. 1898.

II. Die Kontinuität der Atomverkettung ein Strukturprinzip der lebendigen Substanz. Jena. Gustav Fischer. 1899.

2) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, 1860, II.

Digitized by Google

beobachtende Erscheinungen überhaupt nicht mit einem flüssigen Aggregatzustand vereinbaren ließen, und als ich hiebei auf Vorstellungen geriet, welche mit allen mir bekannt gewordenen Thatsachen in völligen Einklang zu bringen waren, hielt ich mich zur Vertretung der in der „Kontinuität" dargelegten Anschauung berechtigt.

Es fehlte noch ein Glied in der Kette; und das war der Beweis für die darin angenommene Verschiedenheit der der Kontraktion einerseits, der Rotationsströmung andererseits zu Grunde gelegten Molekularmechanismen. Dass es mir gelang, einen solchen in dem Verhalten der Nitella-Zelle auf elektrische Ströme zu finden, hat mich damals mit großer Freude erfüllt.

Aber gesetzt auch, Bernstein wäre hierin im Rechte, so widerlegt gerade dieses Verhalten dessen bereits citierte Meinung, nach welcher die Nitella-Zelle sehr wenig geeignet sei zur Herleitung von Theorien über Reizbarkeit; denn ich konnte ja an ihr den Beweis erbringen, dass in ihr das Nervenprinzip ebenso gut enthalten sein müsse, wie in der Nerven- oder Muskelfaser.

Dass mir aber die Rotationsströmung ganz gewiss nicht zum Ausgangspunkt meiner Theorie über das Wesen der Kontraktilität gedient haben konnte, liegt auf der Hand, indem ich ja für diese beiden Phänomene zur Annahme zweier von einander prinzipiell verschiedener Bewegungsmechanismen gelangt bin.

Ebensowenig kann ich Bernstein beipflichten, wenn ihm „die Untersuchung des freien kontraktilen Protoplasmas der Protisten und der ihnen nahestehenden Entwicklungsformen eine bei weitem einfachere Grundlage hierfür zu bieten" scheint (l. c. S. 292). Für mich ist wahre Kontraktilität nur in der quergestreiften und glatten Muskelfaser, also immer in Begleitung doppeltbrechender Substanz, vorhanden; und ich konnte zu Gunsten meiner Anschauung, wenigstens für die Rotationsströmung, den sicheren Nachweis erbringen, dass der Mechanismus derselben nicht mehr mit dem der Muskelkontraktion zusammengeworfen werden darf; während Bernstein, wenn er die amöboide Bewegung als echte Kontraktilität anspricht, für das Fehlen der doppeltbrechenden Substanz überhaupt keinen stichhaltigen Grund anzugeben vermag, und nur auf die rein äußerliche Analogie, dass in beiden Fällen die äußere Form sich ändert, sich stützen kann. Wenn ich mir gleich Bernstein die Amöbe als einen Emulsionstropfen vorstellen könnte, so würde ich mich auch sehr wahrscheinlich den Oberflächenspannungstheorien zugewendet haben; denn für einen solchen würde wohl kein anderer Bewegungsmechanismus übrig bleiben, und es ist auch sofort zuzugeben, dass dieser letztere auf den ersten Blick den Eindruck außerordentlicher Einfachheit erzeugt. Trotzdem ist er nicht der unmittelbarste; denn auf irgend einen Reiz der Außenwelt muss — dieser Anschauung zufolge — erst eine chemische Zersetzung in den

Digitized by Google

lebendigen Molekülen eintreten, und ein Teil dieser Zersetzungsprodukte erst in Lösung übergehen, und durch Diffusion in der Oberflächenschicht sich verbreiten, ehe eine Aenderung der Spannung derselben eintreten kann.

Stellen wir uns dagegen die Amöbenzelle nach dem Prinzip der chemischen Kontinuität gebaut vor, wie ich es im V. Kapitel der hierauf bezüglichen Abhandlung allgemein entwickelt habe, dann können wir allerdings auch hier die Aenderungen von Oberflächenspannungen wirksam sein lassen; aber es lassen sich die Formänderungen der Amöben auch auf ein ganz anderes Bewegungsprinzip zurückführen, indem wir annehmen, dass gewisse Reize Verlängerungen und Verkürzungen bestimmter Molekelfäden, oder Verschiebungen ihrer Verästelungsstellen bedingen; und wir können uns auch hier wieder überzeugen, dass das Prinzip der Kontinuität den unmittelbarsten Mechanismus der Amöbenbewegung uns zu liefern im Stande ist. Nach dieser Vorstellung kriecht die Amöbe nicht mittels Aenderungen ihrer Oberflächenspannung, sondern diese, wenn sie vorkommen, bedingen unter Umständen nur Störungen des normalen Verhaltens.

Man kann mir dagegen einwenden, dass die Unmittelbarkeit dieses hypothetischen Mechanismus erkauft werden muss um den Preis eines außerordentlich komplizierten chemischen Aufbaues der Amöbenzelle, und dass die Einfachheit, welche die gegenwärtig gang und gäbe Auffassung derselben als eines Flüssigkeitströpfchens in sich birgt, durchaus verloren geht. Allerdings, und, wie mir scheint, mit vollem Rechte; denn die Vorstellung der lebendigen Substanz als eines Flüssigkeitströpfchens hat sich bis jetzt zur Beantwortung der Art und Weise des Geschehens bei den einzelnen biologischen Problemen durchaus nicht bewährt; und nur bezüglich der amöboiden Bewegung glaubte man in der Aenderung der Oberflächenspannung eine ausreichende Erklärung gefunden zu haben. Deswegen aber, weil die Bewegungserscheinungen eines leblosen Flüssigkeitstropfens unter Umständen eine mehr oder weniger große Aehnlichkeit mit den Bewegungen einer kriechenden Amöbe haben, eine völlige Identität der den beiden Phänomenen zu Grunde liegenden Kraftanordnungen für erwiesen anzunehmen, das wäre ein höchst gewagtes Unterfangen. So können elektrostatische, magnetische, Kapillaritäts- und Schwerewirkungen unter Umständen alle denselben äußerlichen Effekt der Anziehung zweier Massen zeigen, und doch kann beziehentlich der Verschiedenheit der Kräfteanordnungen in diesen vier Gruppen von Erscheinungen kein Zweifel bestehen.

Es ist meine Ueberzeugung, dass wir — bei Annahme eines flüssigen Aggregatzustandes der lebendigen Substanz — in das Chaos einer Emulsion zur Zeit auch jegliche Hoffnung versenken müssen, einen

Digitized by Google

tieferen Einblick in die einzelnen biologischen Probleme zu erhalten; denn mir gilt es als eine ausgemachte Sache, dass, wenn wir betreffs der Amöbe oder irgend einer anderen Zelle triftigen Grund hätten, sie als Flüssigkeitstropfen anzusprechen, wir diese Struktur dann unbedingt für alle Zellen, gleichgiltig, welchem Organismus sie angehörten, oder welcher Funktion sie dienten, annehmen müssten — eine Konsequenz, die die Anhänger der Flüssigkeitstheorie auch thatsächlich mehr oder weniger betont, wie auch ich sie, freilich vom Standpunkt der chemischen Kontinuität aus, zu ziehen nicht gezögert habe. Bernstein steht dagegen mit einem Fuß im Lager der Flüssigkeitstheoretiker, mit dem andern im Lager der chemischen Kontinuität: Ein Standpunkt, den ich für gänzlich unhaltbar zu bezeichnen mich veranlasst sehe. „Das einfachste jetzt noch bestehende Protoplasma" wie das der Amöbe, scheint ihm mehr eine Flüssigkeit zu sein; auch die Zellen der Characeen scheinen ihm „wenigstens dem Ansehen nach" (!!) noch nach dieser Richtung verdächtig (S. 293 l. c.), obwohl er (S. 294 l. c.) geneigt ist, das Plasma einer Eizelle und Samenzelle, „aus welcher eine noch so einfache Entwicklungsform hervorgeht", für „etwas mehr als eine Emulsion" zu halten, also doch wohl für etwas dem Prinzip der chemischen Kontinuität entsprechendes. Das sind Subjektivismen, für welche Bernstein, auch nicht ein stichhaltiges Moment vorbringen kann. Warum soll z. B. die Amöbe Assimilation und Dissimilation, Vermehrung durch Teilung und Erhaltung ihrer morphologischen und physiologischen Qualitäten durch Vererbung innerhalb des Prinzipes der Emulsion zu lösen im Stande sein, ein anderer Organismus dagegen eine so durchaus anders geartete Organisation dazu benötigen? Da für Bernstein die Bewegung der Amöbe eine echte Kontraktilitätserscheinung ist, so muss in derselben das Problem der Reizleitung und Kontraktilität innerhalb des Prinzipes einer Emulsion gelöst werden, während er bei der Nerven- und Muskelsubstanz von „Molekelreihen" — also nach dem Prinzip der chemischen Kontinuität gebauter Differenzierungen spricht (l. c. S. 295). Es wird Forscher geben, welche auch nach dem Lesen meiner Schrift der lebendigen Substanz die Eigenschaft einer Emulsion zusprechen werden, aber den Eindruck wäre dieselbe nach meinem Ermessen hervorzurufen geeignet, dass, wenn überhaupt der lebendigen Substanz beispielsweise für die Reizleitung das Prinzip der chemischen Kontinuität zur Verfügung stund, sie bei der Ausbildung der übrigen Funktionen nicht die hilflose Form einer Flüssigkeit wird beibehalten haben.

Eine der Ursachen, welche sich für das Hin- und Herschwanken Bernstein's namhaft machen lässt, liegt darin, dass dieser Forscher ein Anhänger des in den letzten Jahren besonders von Verworn[1]) mit großer Emphase vertretenen Dogmas ist, dass die Amöbe wie

1) M. Verworn, Allgemeine Physiologie, Jena, Gustav Fischer, 1895.

Digitized by Google

überhaupt die Protisten das „einfachste noch jetzt bestehende Protoplasma" darstelle. M. Verworn rühmt l. c. S. 55 „den unschätzbaren Vorteil, dass sie Organismen sind, welche den ersten und einfachsten Organismen, die einst die Erde bewohnten, von allen lebendigen Organismen noch am nächsten stehen, und daher manche Lebenserscheinungen, die bei den Zellen des Zellenstaates sich durch einseitige Anpassung zu großer Komplikation entwickelt haben, noch in einfachster und ursprünglichster Form erkennen lassen"; und daraus ergiebt sich, dass es sich hier nicht um „Einfachheit" im morphologischen Sinne handeln soll, sondern dass die „Einfachheit" auf die physiologischen Qualitäten dieser einzelligen Organismen gemünzt ist. Ich halte mich für berechtigt, eine derartige Auffassung als eine durchaus irrtümliche zu bezeichnen, die vor einer eingehenderen Ueberlegung nicht bestehen kann. Aus der Thatsache, dass alle lebendige Substanz in ihrer letzten physiologischen Einheit, der Zelle, aus Kern- und Plasmastrukturen aufgebaut ist, dass die Gesetze des Stoffwechsels, der Reizleitung, der Teilung und Arterhaltung bei den jetzigen Organismen trotz aller individueller Unterschiede in ihren Hauptzügen dieselben sind, müssen wir den Schluss ziehen, dass alle Abzweigungen der gegenwärtigen Organismenwelt bei der Zurückverfolgung in die Epoche der Entstehung des Lebens in eine einzige Linie sich zusammenfinden würden, oder — mit anderen Worten — dass jene chemischen Verbindungen, aus denen sich die jetzigen Lebewesen herausgebildet haben, in grauer Werdezeit keine erheblichen Unterschiede prinzipieller Natur zu eigen haben konnten. Die Differenzierung der Organismen wurde dann zur Hauptsache, wenn nicht ausschließlich, dadurch bedingt, dass jene chemischen Verbindungen nicht an allen Orten und zu allen Zeiten dieselben Bedingungen der Außenwelt vorfanden, und mit Hilfe der merkwürdigen Eigenschaft dieser Verbindungen, sich veränderten Einwirkungen zweckmäßig zu akkomodieren. Dass diese Akkomodierung an so verschiedenartige Bedingungen unter den gegenwärtigen Lebewesen trotz der dazwischen liegenden, ungeheuren Zeiträume nicht zu einem weit tieferen Auseinanderweichen in Bezug auf deren biologische Eigenschaften geführt hat, mag vielleicht seinen Grund darin haben, dass gewisse Atomgruppierungen für die Erhaltung der Art notwendig waren, dass also Organismen, bei denen die Aenderung auch auf diese biologischen Konstanten übergriff, nicht weiter existenzfähig waren.

Ergiebt sich so schon aus dem gemeinsamen Ausgangspunkt kein Moment, das uns dazu berechtigen würde, das Protoplasma der Protisten für minderwertig zu halten, so kommt dazu, dass dieses Protistenplasma genau dieselben Zeiträume der phylogenetischen Elaboration unterworfen war; und, wenn es bei den Protozoen nicht zu einer Verteilung der einzelnen biologischen Funktionen auf bestimmte Zell-

Digitized by Google

gruppen gekommen ist, so schließe ich daraus nicht, dass das „minderwertige“ Protoplasma um keinen Preis dazu befähigt war, sondern dass die Ausbildung dieser Funktionen bei ihnen auch innerhalb einer Zelle möglich war und die Beibehaltung der einzelligen Form den Existenzbedingungen der Amöbe am besten entsprochen hat. Die Ausbildung der einzelnen Funktionen jedoch als eine retardierte, inferiore bei den Protisten anzunehmen, dazu liegt nicht der geringste Anlass vor; sondern ich halte dafür, dass die für die Bedürfnisse derselben notwendigen Einrichtungen innerhalb des Protistenleibes dieselbe wunderbare Zweckmäßigkeit erlangt haben, die wir an so vielen anders gearteten Organismen kennen gelernt; und wenn die Amöbe zu ihren Kriechbewegungen eines Mechanismus sich bedient, dem das Attribut der doppeltbrechenden Substanz ermangelt, so gilt mir das nicht als Beweis, dass dieser Mechanismus eine aus unbekannter Ursache stehen gebliebene Entwicklungsform der echten kontraktilen Apparate darstellt, sondern dass er überhaupt nichts damit zu thun hat, und auf ganz anderen Grundsätzen basiert ist. Die völlige Lösung eines Problemes, welche den ebenfalls einzelligen Flagellaten und Ciliaten bereits vollendet gelang, warum sollte sie den Rhizopoden versagt geblieben sein?

Aber nehmen wir an, das Plasma der Rhizopoden habe durch uns unbekannte Einflüsse die Fähigkeit ganz oder teilweise verloren, auf die Einwirkung äußerer Reize mit der Ausbildung zweckmäßiger Organe zu antworten, so dass diese letzteren gewissermaßen paläontologische Versteinerungen früherer Vorstufen der gegenwärtigen tierischen Organe darstellen; dann sind diese Vorstufen mit Sicherheit nicht die „einfachsten“, und daher auch nicht die für die Erforschung des ihnen eigentümlichen Mechanismus „geeignetsten“. Ist denn nicht das Streben fast aller Erfinder bei Herstellung von wissenschaftlichen und technischen Apparaten darauf gerichtet, einen bestimmten Zweck mit immer einfacheren Mitteln zu erreichen? Und von diesem Gesichtspunkt aus ist der einfachste Mechanismus zugleich auch der vollkommenste; er stellt nicht den Anfang, sondern das Endziel des Naturwaltens dar. Will man also behaupten, hier sei „einfach“ in dem Sinne zu nehmen, dass es sich z. B. bei den Bewegungen der Amöbe noch um die ersten, unbeholfenen Versuche der Natur, den Kontraktionseffekt zu erzielen, handle, so kann auch von diesem Standpunkte aus die Amöbe nicht den einfachsten Kontraktionsmechanismus darstellen, daher auch nicht der geeignetste Ausgangspunkt zur Erforschung des Wesens der Kontraktilität sein; und hierin liegt die Rechtfertigung Jener, die auch fernerhin die Anschauung vertreten, dass jene Organe zwecks der Erkenntnis ihrer inneren Einrichtungen die geeignetsten Versuchsobjekte darstellen, welche — alles unnötigen Beiwerks entledigt — einzig und allein für bestimmte Funktionen ausgebildet sind, also

Digitized by Google

bezüglich der Reizleitung der Nerv, bezüglich der Kontraktilität der Muskel.

Während so Bernstein gegen die von mir in der „Kontinuität" dargelegte Vorstellung über das Muskelprinzip nichts vorzubringen vermochte, als dass ich dasselbe nicht von den Kriechbewegungen der Amöbe und den darüber aufgestellten Oberflächenspannungstheorien abgeleitet habe, ist er auch mit seinen Einwänden (l. c. S. 293) gegen meine Theorie der Rotationsströmung nicht glücklicher gewesen. Von dem einen derselben, dass durch den von mir angenommenen Vorgang keine bestimmte Bewegungsrichtung resultieren könne, ist es überhaupt unerfindlich, wie er gemacht werden konnte; denn das von mir zur Erläuterung eines solchen Vorganges gegebene Schema („Kontinuität etc.", S. 71 u. 72) ergiebt unter den dort gemachten Voraussetzungen eine stets im gleichen Sinne vor sich gehende Bewegung. Die dort angedeutete Möglichkeit, durch chemische Prozesse innerhalb eines chemischen Continuums einsinnige Bewegung zu erzielen, ist außerdem durchaus nicht die einzige; und es ist leicht, noch andere Kombinationen von Voraussetzungen zusammenzustellen, unter denen in einem solchen Bewegung in einem ganz bestimmten Sinne erzeugt wird. Zur Zeit jedoch, wo wir noch gar keinen Anhaltspunkt besitzen, irgend einer dieser Kombinationen eine besondere Wahrscheinlichkeit vor den andern zuzusprechen, habe ich davon abgesehen, und mich damit begnügt, an einem Beispiel die Möglichkeit eines solchen Geschehens überhaupt darzuthun.

Die zweite Schwierigkeit findet Bernstein in der Erwägung, dass alsdann eine Erregung wegen der damit verbundenen stärkeren Zersetzung eine Beschleunigung der Rotationsbewegung anstatt einer Sistierung derselben zur Folge haben müsse. Das Unzutreffende dieses Einwurfes liegt am Tage; denn er setzt voraus, dass die der Erregung und der Rotationsströmung zu Grunde liegenden chemischen Prozesse in ihrer Qualität miteinander identisch wären, dass also auch in einer durch äußere Reize nicht erregten Nitellazelle fortwährend typische Erregungen ablaufen, und dass die durch äußere Reize erzeugten Erregungen nur Verstärkungen in der Intensität dieser Dauererregungen darstellen würden — eine Annahme, die ich nie gemacht, und die zu machen auch nicht der geringste Anlass gegeben ist. Wenn wir aber jene chemischen Prozesse, deren sichtbarer Ausdruck die Rotations-Strömung ist, qualitativ als verschieden annehmen von denen, die einer Erregung zu Grunde liegen, dann hat es doch gar keine Schwierigkeit, sich vorzustellen, dass die letzteren derart störend in die ersteren eingreifen, dass die Strömung während der Dauer der Erregung sistiert wird. Ich trage keine Sorge, dass die von mir für das Wesen der Rotationsströmung entwickelte Anschauung, die in so einfacher und überzeugender Weise die bei diesem

Phänomen zu beobachtenden Einzelerscheinungen erklärt, jemals eine erhebliche Korrektur erfahren wird, wenigstens nicht in der allgemeinen Form, in welcher ich ihr Ausdruck gegeben habe.

Aber freilich, gerade diese Allgemeinheit, deren ich mich bei meinen Ausführungen thunlichst beflissen habe, wird mir in den Bernstein'schen „Bemerkungen" des Oefteren zum Vorwurf gemacht. Dem entgegen glaube ich, dass ich meinen theoretischen Darlegungen kaum einen größeren Vorzug verleihen konnte. Zu einer Zeit, wo wir noch so wenig über Molekularphysik im Allgemeinen und über die chemische Struktur der lebendigen Substanz im Besonderen wissen, halte ich alle Versuche, speziellere Vorstellungen zu entwickeln, für verfrüht. Mir kam es daher bei der Behandlung des Nervenprinzipes gar nicht darauf an, gleich Bernstein detailiertere Anschauungen hierüber zu entwickeln, aus welchem Grunde ich es auch gar nicht für notwendig hielt, das Beispiel, das ich für den Vorgang der Einwirkung der Kathode auf ein polarisierbares chemisches Continuum gegeben habe, auch auf die Einwirkung der Anode auszudehnen; und meine Theorie giebt daher auf diese Frage deswegen keine Antwort (siehe Bernstein's „Bemerkungen" l. c. S. 292), weil ich diese Frage überhaupt nicht gestellt habe. Ja, nicht einmal die in dem gegebenen Schema von mir gemachte Annahme, dass das aus der umgebenden Flüssigkeit stammende Jon erregend auf das chemische Continuum einwirke, darf zur Zeit als die allein mögliche angesehen werden und ich habe sie nur deswegen benützt, weil sie bei dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens uns am leichtesten verständlich erscheint. Es ist eben auch noch eine andere Auffassung diskutierbar, welche zwar das chemische Continuum und dessen Polarisierbarkeit beibehält, den elektrischen Strom aber direkt erregend auf die reizbaren Strukturen wirken lässt ohne Vermittlung von aus dem umgebenden Medium stammenden Jonen; denn die Labilität einzelner der lebendigen Substanz angehöriger Atomgruppierungen sowohl, wie die Mannigfaltigkeit der letzteren in Bezug auf ihre chemische Struktur rücken die Möglichkeit einer direkten Einwirkung des galvanischen Stromes überhaupt sehr nahe; und es frägt sich nur, ob unter diesen direkten Einwirkungen auch die „erregende" sich befindet. Meines Erachtens sind wir heutzutage nicht im Stande, schon jetzt eine Entscheidung hierüber zu treffen.

Erwägungen solcher Art scheinen mehr eine thunlichste Allgemeinheit zu befürworten, und vor jedem Versuche, schon jetzt ins Einzelne zu gehen, zu warnen.

Bernstein beklagt sich auch, dass ich seiner Theorie[1]), die mit einzelnen Punkten meiner Ausführungen übereinstimmt, nicht Erwähnung gethan, und das mit Recht; ich habe sie im Original nicht ge-

1) Untersuchungen aus dem physiologischen Institut der Universität Halle, herausgegeben v. J. Bernstein, I. Heft, Halle, Max Niemeyer, 1888.

Digitized by Google

kannt, und in der Biedermann'schen Besprechung es übersehen, dass hier einige den meinen ähnliche Anschauungen entwickelt sind, da diese in derselben nur kurz angedeutet werden. Aber gerade in dem Kardinalpunkt, auf den es mir in meiner Schrift („Kontinuität etc.") vor allem ankam, darf ich auch hier wieder Bernstein nicht zu meinen unbedingten Parteigängern zählen; denn S. 103 der „Untersuchungen etc." heißt es: „Welcher Art diese Bindung ist, ob eine Atomverkettung oder eine sogenannte molekulare chemische Bindung oder eine Bindung anderer Natur, kann die physiologische Chemie nicht entscheiden. Es sprechen aber einige allgemeine Ueberlegungen dafür, dass es sich hier nicht um die gewöhnliche Atomverbindung handelt, wie in chemischen Verbindungen, sondern um eine Bindung eigentümlicher Art".

Die Affinität ist, wenn wir auch noch nicht sicher wissen, ob sie statischer oder kinetischer Natur ist, ob hiebei Anziehungen von Elektrizitäten im Spiele sind etc. doch insofern ein fester Begriff, als wir damit eine Anziehung zwischen zwei Atomen nach bestimmten Mengenverhältnissen, welche mit einer typischen Aenderung des chemischen und physikalischen Verhaltens verknüpft ist, verstehen; und warum Bernstein an Stelle dessen ein Etwas, das wir nicht kennen, „eine Verbindung eigentümlicher Art" setzen zu müssen glaubte, ist mir auch aus den nachfolgenden Ausführungen dieses Autors nicht klar geworden. [80]

Karl Knauthe's Arbeiten über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische.

Zusammenfassendes Referat von Prof. Dr. F. Tangl in Budapest.

Ueber die Resultate der schönen und interessanten Untersuchungen über die Verdauungs- und Stoffwechselvorgänge der Fische — speziell der Karpfen — welche K. Knauthe seit einigen Jahren im tierphysiologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin, unter der Leitung von Prof. N. Zuntz ausführt, liegen bereits einige Publikationen vor, welche im Folgenden zusammenfassend besprochen werden sollen. Diese Publikationen sind die folgenden:

[1] N. Zuntz, Die Verdauung und der Stoffwechsel der Fische nach Versuchen von Herrn Karl Knauthe. Vortrag, gehalten in der phys. Gesellschaft in Berlin am 10. Dez. 1897. — Der Vortrag erschien auch in: Fischerei-Zeitung, Bd. I, Nr. 4.

[2] K. Knauthe, Ueber die Verdauung beim Karpfen. Fischerei-Zeitung, Bd. I, Nr. 17 u. 18.

[3] Derselbe, Zur Untersuchung der Fischfuttermittel. Ibidem Nr. 25.

[4] Derselbe, Untersuchungen über Verdauung und Stoffwechsel der Fische. I—III. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, 1897: Heft 5 u. 6 und 1898: Heft 4.

[5] Derselbe, Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische. Pflüger's Archiv, Bd. 73, S. 490.

Während die rationelle Ernährung des Menschen und der Haussäugetiere seit den grundlegenden Versuchen von Voit und Pettenkofer,

Henneberg und Stohmann, auf der festen Basis exakter wissenschaftlicher Untersuchungen ruht, sind unsere Kenntnisse über die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge der Fische außerordentlich mangelhaft. So ist es ganz selbstverständlich, dass es bisher auch keine Fütterungslehre für Fische giebt. Jetzt, wo die Fischzucht, speziell die Teichwirtschaft, als Nebengewerbe der Landwirtschaft an Bedeutung immer mehr gewinnt und dem entsprechend auch das Bestreben die Ergiebigkeit der Fischproduktion so weit als möglich zu steigern besteht, wird diese Lücke immer empfindlicher. Wohl haben schon seit längerer Zeit Praktiker sich mit der Frage der künstlichen Fütterung verschiedener Teichfische befasst — die Resultate waren aber nichts weniger als eindeutig, was übrigens auch begreiflich ist, da systematische exakte Untersuchungen über die Ernährung, Nahrungsbedarf, Ausnützung der Nahrungsmittel, Verwertung der Nahrungsstoffe im Stoffwechsel bei Fischen überhaupt noch nicht angestellt wurden. Solche Untersuchungen waren also nicht nur vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus erwünscht, sondern sie versprachen auch für die praktische Fischzucht Resultate von der größten Wichtigkeit.

Karl Knauthe, der im Laufe seiner langjährigen und erfolgreichen Thätigkeit als Fischzüchter sich vielfach auch mit der Fütterungsfrage praktisch beschäftigte und daher die Nachteile des Mangels an einer wohl begründeten Fütterungslehre aus eigener Erfahrung kannte — hat sich zu der dankenswerten aber auch die größte Ausdauer, Umsicht und Fleiß erfordernden Arbeit entschlossen, mit exakten wissenschaftlichen Versuchen diese Fütterungslehre zu schaffen. Es ist nur mit der größten Freude zu begrüßen, dass er sich da an den berufensten Lehrer, den Meister auf dem Gebiete der Stoffwechselphysiologie, an Prof. Zuntz wandte, unter dessen umsichtiger und weitblickender Leitung, die Versuche vor einigen Jahren begonnen wurden und wie es zu erwarten war, bereits sehr interessante und wichtige Resultate ergeben haben. Knauthe's Untersuchungen, die auf breiter, alle für die Physiologie der Ernährung und Stoffwechsel der Fische in Betracht kommende Fragen umfassender Basis angelegt sind, sind sicherlich dazu berufen in praktischer Beziehung für die Fischzucht und in wissenschaftlicher Beziehung für die Stoffwechselphysiologie der Fische das zu werden, was die klassischen Versuche von Voit und Pettenkofer für die rationelle Ernährung und die Stoffwechselphysiologie des Menschen und der Säugetiere sind. Dass diese Versuche unter der Leitung von N. Zuntz ausgeführt werden, bietet die größtmögliche Garantie dafür, dass die exaktesten Methoden mit strengster Eigenkritik angewendet und die Untersuchungen in der erfolgreichsten Richtung weiter geführt werden.

Bei den Untersuchungen über die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge bei Fischen galt es vor Allem Methoden zu finden, mit welchen man zuverlässige Daten über die Ausnützung der Nahrung, Menge der Zerfallsprodukte des Stoffwechsels, den respiratorischen Gaswechsel erhalten kann. Da musste eigentlich Alles erst geschaffen werden: Ausnützungsversuche, Untersuchungen über N-Ausscheidung der Fische waren überhaupt noch nicht gemacht und die älteren Respirationsversuche die von Jolyet und Regnard angestellt wurden, sind, wie die Untersuchungen Knauthe's ergeben, mit einem bedeutenden Fehler von wechselnder Größe behaftet, der teilweise in der Methodik lag. Die Ausarbeitung der

Methoden (wie überhaupt die Ausnützungs- und Stoffwechselversuche an Fischen), erforderten unermüdlichen Fleiss und die größte Ausdauer, von welchen K.'s Arbeiten ein beredtes Zeugnis ablegen. — Es würde den Rahmen dieses Referates überschreiten, wollte ich auf die Details der von Zuntz und Knauthe ersonnenen und angewandten Methoden eingehen; diesbezüglich müssen wir auf das Original verweisen. (Die Methoden sind ausführlich in der unter [4] angeführten Arbeit beschrieben). Wir müsseu uns mit folgenden kurzen Angaben begnügen:

Da unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise der Verdauungssekrete der Fische ziemlich mangelhaft sind, prüfte K. zunächst die Wirkung der Extrakte des Darmes und des Hepatopankreas des Karpfen außerhalb des Körpers (meist nach der Stutzer'schen Methode), auf alle bei den Fütterungsversuchen in Betracht kommende Substanzen. — Die Ausnützungs- und Stoffwechselversuche wurden in folgender Weise an gefütterten Karpfen ausgeführt: der Gehalt des Futters an N, Fett und Kohlenhydraten wurde ermittelt, dasselbe geschah mit den gesammelten Futterresten und dem Kot der Tiere; ferner wurde die im Laufe des Versuches im Wasser sich ansammelnde Menge N, Fett, Kohlenhydrate analytisch bestimmt. Um einigermaßen ermitteln zu können, wie viel von den gefundenen Stoffen den Futterresten, wie viel den Ausscheidungen der Tiere zugehört, wurden letztere in einem Teile der Versuche in einem besonderen Aquarium gefüttert und dann in anderes Wasser versetzt; die Karpfen brachten bei diesen Versuchen meist 10 Stunden im „Futteraquarium", 14 Stunden im „Harnaquarium" zu. Doch irritierte das Umsetzen die Tiere, so dass K. diese Versuchsanordnung später fallen ließ und sich damit begnügte, „die Verhältnisse, wie sie sich in natura, im Teiche gestalten dürften, im Aquarium chemisch zu zergliedern". In einigen Versuchen hat K. auch Kotbeutel angewendet, doch vertrugen diese die Tiere sehr schlecht. — Die Respirationsversuche wurden mit einem von Prof. Zuntz konstruierten Apparate ausgeführt, der im Prinzipe dem von Jolyet und Regnard ähnelt. (Der Apparat soll später beschrieben werden).

Im Folgenden sollen nun kurz die bisher erlangten Hauptergebnisse von K.'s Untersuchungen angeführt werden:

Im Verdauungskanal des Karpfen findet sich nirgends saure Reaktion, ebensowenig Pepsin. Der Extrakt der Darmschleimhaut — eigentlicher Magen existiert nicht — wirkt in alkalischer Lösung stark tryptisch; noch wirksamer ist das Hepatopankreas. Die Galle besitzt keine tryptische Wirkung, doch verstärkt sie in hohem Maße die tryptische Wirkung des Extraktes von Darm und Hepatopankreas. Sowohl aus der Darmschleimhaut als auch aus dem Hepatopankreas lässt sich ein fettspaltendes Enzym extrahieren, dessen Wirkung durch die Galle bedeutend gesteigert wird. — Diastatische Wirkung zeigten mit Ausnahme der Mundschleimhaut alle Abschnitte des Verdauungsapparates die intensivste des Hepatopankreas. Auch die Galle zeigt eine diastatische Wirkung. Die diastatische Wirkung wächst mit steigender Temperatur; Optimum bei etwa + 23° C. — Als außerordentlich interessante Thatsache stellt sich weiter heraus, dass das Hepatopankreasextrakt auf Cellulose stark lösend wirkt; die dabei entstehenden löslichen Produkte wurden noch nicht weiter untersucht. —

Digitized by Google

Weiterhin wurden mit jenen Substanzen, welche als Futtermittel bei den Fütterungsversuchen zur Anwendung kamen, Verdauungsversuche nach Stutzer'schem Prinzipe angestellt. Die Verdauung der N-reichen Nährstoffe war in diesen Versuchen eine ebenso vollkommene, wie mit Verdauungssekreten von Warmblütern bei Körpertemperatur. Von Fleischmehl wurden 86—92 % des N verdaut, von Blutmehl 94—96 %, von Lupinen 82—89 %, Sonnenblumenmehl 92—94 %, Wicken 91 %, Weizenkleie 71 %, Mais 20—33 %. Auch diese Versuche ergaben nun ausgesprocheneAbhängigkeit der Wirkungen der Verdauungsorgane des Karpfens von der Temperatur. (Die Leistungen der Verdauungsorgane von Karpfen, welche längere Zeit in Wasser von + 2—3° C gelebt hatten, waren sehr gering).

Mit diesen Resultaten stehen die Ergebnisse der Ausnützungsversuche in guter Uebereinstimmung. Es stellte sich nämlich heraus, dass die verschiedenen tierischen und pflanzlichen Futterstoffe vom Karpfen kaum weniger gut ausgenützt werden als vom Warmblüter. Das Eiweiß des Blutmehls zu mehr als 90 %, das des Fleischmehls in mehr als 80—90 %, das der N-reichen pflanzlichen Futterstoffe zu 70—92 %. Es ist also zweifellos die direkte Aufnahme der Futterstoffe durch den Karpfen ökonomischer, als die Zwischenschiebung des sogenannten natürlichen Futters, der niederen Organismen des Planktons der Teiche. (Sicher wird durch die Lebensprozesse dieser niederen Organismen ein hoher Prozentsatz des von ihnen aufgenommenen N sowohl, wie von den N-freien Stoffen in die Endprodukte des Stoffwechsels umgewandelt und dadurch der Ernährung des Karpfens entzogen). Bezüglich der Ausnützung der verschiedenen Futtermittel ergaben sich noch einige sehr interessante Eigentümlichkeiten der Verdauung beim Karpfen. Wird mit der Nahrung kein Eiweiß verabreicht, so wird die Verdauung gekochter Stärke bei jüngeren Karpfen von Tag zu Tag schlechter, so dass sich schließlich im Kot die ganze Menge der verfütterten Kohlenhydrate wiederfindet. Dabei schwindet aber keineswegs das diastatische Ferment in den Verdauungsdrüsen. Nur bei älteren, geschlechtsreifen Tieren zeigte sich die Verdauung unabhängig von der gleichzeitigen Eiweißzufuhr. Ebensowenig wie allzu einseitige Kohlenhydratfütterung, verträgt der Karpfen reine Eiweißzufuhr in der Nahrung. Bei ausschließlicher Fleischmehlkost trat stets sehr bald Durchfall ein; versuchte man diese Ernährung zu forcieren, so gingen die Tiere zu Grunde. — Von größter Wichtigkeit erwies sich ferner die genügende Zufuhr von Mineralstoffen. Sobald diese fehlt, machten sich Verdauungsstörungen — und vermehrter Eiweißzerfall — geltend. Zugabe von Fleischasche verbesserte auffallend die Verdauung der Kohlenhydrate.

Was die Stoffwechselvorgänge betrifft, so haben die Versuche an hungernden Karpfen zunächst eine weitgehende Abhängigkeit des Stoffbedarfes von der äußeren Temperatur ergaben. So brauchte z. B. ein Karpfen von ca. 90 g Gewicht pro kg und Stunde bei + 2° C 14,8 cm^3 O, bei + 10° C 37,8 cm^3 O_2, bei 30° C 147,8 cm^3 O. Mit der Temperatur steigt auch die N-Ausscheidung. Weiterhin wurde festgestellt: Der Sauerstoffverbrauch der größeren Tiere ist zwar absolut ein großer, auf die Einheit des Gewichts bezogen aber kleiner als derjenige kleinerer Tiere. Die Kotbildung wie der gesamte N-Umsatz sind größer bei Tieren, die bis kurz vor dem Versuche reichlich gefüttert waren und scheinen im Laufe einer längeren Hungerperiode abzunehmen. Die klei-

Digitized by Google

neren Tiere haben per Kilogramm einen größeren N-Umsatz als größere. Bei laichreifen Tieren ist der N-Umsatz ein höherer. Den geringsten N-Umsatz zeigten nicht die größten sondern mittelgroße Tiere. Aus 16 Versuchsreihen ergiebt sich für den hungernden Karpfen bei einer Temperatur zwischen + 16° und 20° C pro 1 kg Körpergewicht und 24 Stunden eine N-Ausscheidung im Kote von 1.7—14.6 mg N, durch sämtliche Ausscheidungen zusammen von 23.0—473.7 mg N. Der kaltblütige Karpfen braucht also unter Umständen im Hunger mehr Eiweiß als große Säugetiere; jedoch erheblich weniger als solche von seinen Körperdimensionen gebrauchen würden.

Aus den direkt gewonnenen Daten über den Stoffwechsel wurde dann in der für den Menschen und die Säugetiere üblichen Weise der Energieumsatz berechnet. (Die exakte Grundlage für diese Rechnung beabsichtigt K. durch chemische und kalorimetrische Analysen des Körperfleisches, des Harnes und Kotes der Fische zu gewinnen). Während die Versuche an Säugetieren — Mensch, Hund, Kaninchen — für die Energieentwicklung aus Eiweiß und Fett das Verhältnis von 1 : 2,34—1,46 ergaben, erhielt K. in zwei Versuchen die Verhältniszahlen 1 : 1,38 und 1 : 0,80. Die N-haltigen Gewebe haben also am Stoffwechsel des Hungertieres einen sehr hohen Anteil, dem entsprechend ist auch die Gewichtsabnahme der Tiere bei hoher Außentemperatur sehr bedeutend. „Der Gesamtenergiewert der in 24 Stunden umgesetzten Körpersubstanz pro Kilogramm beträgt 17—18 Cal, während er beim hungernden Menschen etwa 26, beim hungernden Kaninchen 52 Cal beträgt". —

Was den Stoffwechsel gefütterter Karpfen betrifft, so ergaben die Respirationsversuche eine erhebliche Steigerung des O_2-Verbrauches und der CO_2-Ausscheidung gegenüber dem Stoffumsatz der Hungertiere. In Bezug auf die Abhängigkeit des N-Umsatzes von der Ernährung fanden sich die für den Warmblüter festgestellten Gesetze wieder. In Summa von 23 Versuchen wurden 10.26 mg N nicht wiedergefunden. Da Karpfenfleisch einen N-Gehalt von 3.5 % hat, so müssten aus diesem N 293 g Karpfenfleissh gebildet sein. Die Wägungen ergaben nur eine Zunahme von 138.5 g. Da jedenfalls neben Fleisch auch noch etwas Fett angesetzt sein dürfte, so ist es wahrscheinlich, dass sich eine geringe Menge N der Bestimmung entzogen hat. (Die Ursache dieser N-Verluste soll näher untersucht werden). Bei Zufuhr von Kohlenhydraten sinkt der N-Umsatz, ja bei kohlenhydratreicher Kost ist der Eiweißumsatz des Tieres niedriger, als er in manchen Fällen beim Hunger gefunden wurde. Das Verhältnis der N-haltigen Nährstoffe zu dem N-freien (Nh : Nfr) kann bei normalem Wachstum in weitem Maße schwanken. Das engste Nährstoffverhältnis war 1 : 0,25, das weiteste 1 : 15. — Bei zweisömmrigen, nicht geschlechtsreifen Karpfen genügt das Verhältnis Nh : Nfr = 1 : 7 um eine richtige Aufnahme von Kohlenhydraten zu ermöglichen, die Verdauung normal zu gestalten und den N-Umsatz trotz des N-Gehaltes der Nahrung unter den Hungerwert herabzudrücken. Bei einsömmrigen muss das Verhältnis 1 : 3 sein, um eine ordentliche Verwertung der Kohlenhydrate zu erzielen, wobei der N-Umsatz die Hungerwerte übersteigt. — Durch den bereits oben erwähnten Einfluss der Mineralstoffe auf die Verdauung wird natürlich auch der Stoffwechsel verändert. Fehlt die genügende Zufuhr von Mineralstoffen, so tritt vermehrter Eiweißzerfall auf.

Digitized by Google

Knauthe gedenkt für die von ihm aufgedeckten Eigentümlichkeiten des Stoffwechsels der Fische, den hohen Anteil der Eiweißkörper am Gesamtumsatz, den mächtigen Einfluss der Temperatur auf den Eiweißumsatz, die Bedeutung der Mineralstoffe der Nahrung für Assimilation und Verdauung demnächst noch umfänglichere Belege zu erbringen.

Man kann den weiteren Mitteilungen über Knauthe schöne und bedeutsame Untersuchungen nur mit größter Spannung entgegensehen. [72]

Zur Kritik der Planktontechnik.

Von Dr. **Otto Fuhrmann**, Privatdozent.

(Zoologisches Institut der Universität in Genf.)

In seinem Aufsatz „On some important sources of error in the plankton method" weist Kofoid[1]) experimentell nach, dass zwei große Fehlerquellen der Planktonmethode Hensen's anhaften. Er zeigt, dass der Filtrationskoëfficient (bei gleicher Geschwindigkeit) ein veränderlicher ist, je nach der Zusammensetzung des Planktons und der Größe der Wassersäule, die filtriert wird. Und zwar variiert der Filtrationskoëfficient in den Experimenten Kofoid's, ausgeführt mit dem Hensen'schen Plankton-Netz, zwischen 1,5 und 4,8. Es zeigte zum Beispiel die Vergleichung eines Horizontalfanges von 15 m mit einem solchen von 30 m, dass 84 % bis 96 % des 30 m Horizontalfanges in den ersten 15 m gefischt wurden. Es wächst also der Filtrationskoëfficient mit der Größenzunahme der Wassersäule d. h. es wird ein großer Teil des Wassers gar nicht filtriert, sondern einfach zur Seite gestoßen. Diese wichtige Fehlerquelle kann vermieden werden durch Anwendung der Pumpmethode.

Der zweite große Fehler der Hensen'schen Planktontechnik ist der, dass das Netz nicht alles Plankton zurückhält. Die genauen Versuche Kofoid's haben gezeigt, dass die kleinen Organismen wie: *Melosira, Peridinium, Dinobryon, Raphidium, Scenedesmus, Euglena, Trachelomonas, Chlamydomonas* etc. zum großen Teil durch die Maschen des Netzes entschlüpfen. So sollen z. B. von 26 Individuen von *Codonella* nur eines durch das Netz zurückgehalten werden. Ein anderer Versuch ist noch sprechender: die Filtration von Seewasser auf einem Berkefeldfilter ergab pro Kubikcentimeter 767,556,000 Organismen, während aus derselben Menge Wasser die Seide nur 248,200 Organismen zurückhält. Das Seidennetz hält nach den zahlreichen Versuchen Kofoid's nur $^1/_{45}$—$^1/_2$ des wirklichen Gehaltes an Plankton-Organismen zurück. Das Deficit ist ein besonders großes da, wo, wie z. B. in den norddeutschen Seen, das Wasser besonders reich an kleinen Organismen ist. Der Umstand, dass der Fehler kein konstanter, sondern ein mit der Zusammensetzung des Planktons, in sehr weiten Grenzen schwankender ist, beweist, dass die Anwendung des Apstein'schen Seidennetzes zur Beurteilung der Produktivität des Wassers nicht nur zu geringe, sondern auch unter sich nicht zu vergleichende Planktonquantitäten ergiebt. Die genauen Zählungen sind bei Anwendung dieses Seidennetzes wertlos, weil einesteils die kleinen Organismen in verschiedenen, zum Teil sehr großen Proportionen, durch die Maschen entweichen, ander-

1) C. A. Kofoid, On some important sources of error in the plankton method. Science, N. S., Vol. VI, Nr. 153, p. 829—832, 1897.

Digitized by Google

seits aber die Menge des filtrierten Wassers je nach der Zusammensetzung des Planktons und Höhe der durchfischten Wassersäule eine verschiedene und unbestimmbare ist.

Auch dieser Fehler kann durch die Pumpmethode fast auf Null reduziert werden.

Kofoid glaubt, dass für die statistische Untersuchung des Planktons die Apstein'sche Methode[1]) wenigstens für die Entomostraceen und die größeren Rotiferen und Protozoen befriedigende Resultate liefere.

In nachfolgendem sollen in aller Kürze einige Versuche mitgeteilt werden, die zeigen, dass auch für die Entomostraceen, die doch die Hauptmasse des Planktons ausmachen, die Resultate ebenfalls sehr mangelhafte sind, wenn dabei, wie das allgemein der Fall, das kleine Apstein'sche Netz[2]) in Anwendung kommt.

Bei der Untersuchung des Planktons des Neuchateler Sees hatte ich Gelegenheit zahlreiche vergleichende Fänge mit dem kleinen Planktonnetz von Apstein und einem von mir konstruierten Netz zu machen, die mich zu dem oben erwähnten Resultate führten.

Zunächst einige Angaben über die beiden Netze:

Das von Kiel bezogene Apstein-Netz besitzt eine Oeffnung von 78,5 cm², während mein Netz eine Oeffnung von 452,2 cm² hat. Es ist also die Oeffnung meines Netzes 5,76 Mal größer als die des Apstein-Netzes; ich muss also 5,76 Mal mehr Plankton fangen, wenn die Filtrationsfläche entsprechend groß und der Seidenstoff derselbe ist. Nun hat aber mein Netz eine Filtrationsfläche, die nur 13 Mal größer ist als die Oeffnung, während beim Planktonnetz von Apstein das Verhältnis gleich 1 : 19,4 ist. Es ist also der Filtrationskoëfficient meines Netzes bedeutend größer als der des Apstein'schen Netzes, d. h. es wird bei Ersterem verhältnismäßig viel weniger Wasser filtriert und somit sollte ich mit meinem Netz weniger als 5,76 Mal so viel fangen als mit dem Apstein-Netz. In Wirklichkeit aber erhalte ich bis 15 Mal so viel Plankton, wie aus den nachfolgenden Zahlen hervorgeht.

Neuenburger See. 18. Juni 1898. Vormittag 10 Uhr.

Tiefe	Netz Apstein	Netz Fuhrmann	Statt des Verhältnisses 1 : 5,75 erhalte ich
5 m	unmessbar	0,13 cm³	1 : ×
10 „	0,05 cm³	0,58 „	1 : 11,6
20 „	0,09 „	1,2 „	1 : 13
30 „	0,1 „	1,5 „	1 : 15
40 „	0,15 „	1,8 „	1 : 12

Genfer See. 11. Februar 1899. Nachmittags 3 Uhr.

Tiefe	Netz Apstein	Netz Fuhrmann	Statt des Verhältnisses 9 : 5,76 erhalte ich
10 m	0,066 cm³	0,50 cm³	1 : 8
15 „	0,09 „	0,725 „	1 : 8
15 „	0,1 „	0,8 „	1 : 8

1) C. Apstein, Das Süßwasserplankton, 1896.
2) Das mittlere Apstein-Netz giebt dieselben Resultate.

Digitized by Google

Wie erklärt sich nun diese große Differenz in den Planktonmengen gefangen mit dem Apstein'schen und mit meinem Netze[1])? Die Erklärung scheint mir eine sehr einfache zu sein. Das Apstein'sche Netz hat eine sehr kleine Oeffnung; über derselben vereinigen sich drei verhältnismäßig dicke Schnüre an einem starken Ring, an welchem sich die Fangschnur befestigt. Die Schnur macht beim Aufziehen des Netzes geringe Bewegungen, die unterstützt durch die Wirbelströmungen hervorgerufen durch drei dicke Schnüre, welche sich über der Netzöffnung befinden, einerseits die das Plankton zusammensetzenden Organismen wegwirbeln, anderseits die mit sehr feinem Tastsinn begabten Crustaceen in die Flucht jagen. Die Flucht wird noch unterstützt durch das seitwärts gedrängte, nicht filtrierende Wasser. Dieses durch die Flucht entstehende Deficit wurde bei meinem Netz durch die Größe der Oeffnung bedeutend vermindert.

An den oben angeführten Fängen ausgeführte Zählungen der Crustaceen haben die Richtigkeit meiner Annahme bewiesen. Hier seien die Zählresultate nur eines Fanges gegeben.

Es fanden sich in einer Wassersäule von 40 m Höhe und einer Oberfläche von 1 m² nach den an den mit dem Apstein-Netz und meinem Netz ausgeführten Fängen folgende Mengen von Crustaceen.

	Apstein-Netz	Netz Fuhrmann
Diaptomus[2]) . . .	51,816	60,600
Cyclops	2032	3318
Nauplius[2])	10,922	40,000
Bosmina	3242	5869
Daphnia	1651	3362
Bythotrephes . . .	127	220
Leptodora	—	132.

Wir sehen also, dass die, die Hauptmasse des Planktons ausmachenden Tierformen, durch das Apstein-Netz nur sehr unvollständig gefangen werden. Würde mein Netz einen ebenso geringen Filtrationskoëfficienten besitzen wie das Apstein-Netz d. h. eine verhältnismäßig ebenso große Filtrationsoberfläche haben, so wären die Differenzen noch größer und dies namentlich für die Diaptomiden und *Cyclops*-Arten, welche bekanntlich überaus gewandte Schwimmer sind. Der eben erwähnte Umstand der zu geringen Netzoberfläche meines Netzes ist wohl auch der Grund, dass die Diaptomiden und Cyclopiden in verhältnismäßig wenig größerer Zahl gefangen wurden. Die nicht filtrierende, sondern zur Seite gedrängte Wassermasse avisierte diese mit kräftigen Bewegungsorganen versehenen Crustaceen von dem Kommen des Netzes und erleichterte ihr Entweichen.

Der im Februar im Genfer See gemachte Fang zeigt nur 8 Mal mehr Plankton, was wohl daher kommt, dass zu dieser Zeit das Plankton fast ausschließlich aus Algen bestand und sehr wenige Crustaceen enthielt.

Ob nun die Rotatorien und vielleicht auch die übrigen Organismen des Planktons mit meinem Netz in demselben Maße mehr gefangen wurden, bezweifle ich, kann aber keine bestimmten Angaben machen, da ich dieselben nicht gezählt habe.

1) Beide Netze waren gleich lange im Gebrauch.

2) Für *Diaptomus* und *Nauplius* sind nicht alle Individuen des Fanges gezählt worden.

Digitized by Google

Es kam mir hauptsächlich darauf an zu zeigen, dass die, die Hauptmasse des Planktons ausmachenden Lebewesen — (unsere tiefen Seen enthalten eine viel geringere Quantität von Algen als z. B. die norddeutschen Seen) — durch das kleine Apstein'sche Netz nur zum geringen Teil gefangen werden. Die Netzöffnung ist eben so gering, dass z. B. die *Diaptomus*-Arten mit einem einzigen Sprung entweichen können.

Aus dem Obigen und den Untersuchungen von Kofoid geht hervor, dass für das Studium des Planktons das Apstein'sche Netz mit kleiner Oeffnung, namentlich in planktonreichen Seen, ganz ungenügend ist und wohl nur durch die amerikanische Pumpmethode wirklich befriedigende Resultate erzielt werden können.

Der Pumpmethode (die ohne Zweifel die vollkommenste ist) haftet ein großer Nachteil an, der darin besteht, dass der ganze Apparat sehr kostspielig ist, namentlich wenn es sich darum handelt, tiefe Seen zu untersuchen. Außerdem ist ein besonderes Nachen notwendig, da der Transport des Ganzen wohl ein sehr umständlicher ist. Die Methode ist deshalb nur da anwendbar, wo eine mit größeren Mitteln ausgestattete biologische Station besteht. Leider macht sie auch die gleichzeitige Untersuchung einer größeren Anzahl von Wasserbecken aus den eben genannten Gründen fast unmöglich.

Ebensowenig wie die Anwendung des kleinen Apstein-Netzes, ist auch die Art der Messung des Planktons mittels des graduierten Messcylinders, durch einfaches Absetzen lassen, eine rationelle. Auch hier sind die erhaltenen Resultate nicht miteinander vergleichbar. So können z. B. wiederholte Messungen desselben Planktons nach den Versuchen von Kofoid und mir bis zu 30 % variieren. Je nach der Zusammensetzung des Planktons setzt sich dasselbe dichter oder weniger dicht ab. Ferner zeigte sich, dass die Unterschiede in der Dichtigkeit des Planktons je nach der Quantität desselben sehr verschieden ist. Z. B. zeigten zwei sehr verschiedene aber gleichzeitig gefischte Quantitäten von Plankton folgende Maßzahlen:

Nach	16	Stunden	5,3 cm³	0,85 cm³
„	19	„	4,8 „	0,82 „
„	26	„	4,5 „	0,8 „

Während sich bei der geringen Planktonmenge von der 16. bis zur 26. Stunde das Plankton nur um $^1/_{16}$ des Volumens zusammendrückte, zeigte die größere Masse eine Verminderung des Volumens von $^1/_5$.

Wohl die genaueste und schnellste Methode ist die Absetzmethode mit der Centrifugalmaschine, die, wie die Versuche Kofoid's [1]) gezeigt haben von sehr gleichmäßiger Wirkung ist, doch wird leider das Material zum Studium der Arten untauglich, so dass Doppelfänge notwendig sind.

Nun noch einige Worte über die horizontale und vertikale Verteilung der Organismen, die in unseren Seen eine andere zu sein scheint, als in den bisher daraufhin untersuchten Becken.

Was die horizontale Verteilung des Planktons anbetrifft, so kann ich leider nur sehr weniges hierüber berichten, es sei nur erwähnt, dass

1) C. A. Kofoid, Plankton studies. Methods and apparatus in use in plankton investigations at the biological experiment station of the University of Illinois. Bull. of the Illinois state Laboratory of natural history, Vol. V, 1897.

Digitized by Google

nach den Untersuchungen von Prof. Yung[1]) im oberen Genfer See (Montreux) und im unteren Teil des Sees in der Nähe von Genf, die Plankton-Mengen zur gleichen Zeit oft um das Doppelte bis Dreifache verschieden sind. Ferner zeigte sich im Neuenburger See namentlich aber im Genfer See, dass oft die Planktonmenge eines Vertikalfanges aus größerer Tiefe geringer war als aus einer um 5 oder 10 Meter geringeren Tiefe, was nach Apstein[2]) (S. 86) auf Anwesenheit von Schwärmen hinweisen würde die durch Zählung auch nachgewiesen werden konnten.

Was nun die vertikale Verteilung betrifft, so ist dieselbe eine ganz andere als in den Seen Norddeutschlands und Amerikas. Es finden sich in unseren Seen, und ich habe solches auch für die kleinen Alpenseen[3]) beobachtet (S. 491 u. 508), am Tage meist bis zu 2 m Tiefe sehr wenig tierisches Plankton. In der Regel besteht bei hellem Sonnenschein das Plankton der Oberfläche zum großen Teil aus pflanzlichen Organismen, jungen Copepoden und wenigen Arten von Rotatorien. In gewissen Fällen kann die Oberfläche vollkommen verlassen sein von Rotatorien und Crustaceen, so z. B. am 16. Febr. 1899, wo sich in dem während 5 Minuten an der Oberfläche gefischten Plankton des Genfer Sees weder Rotatorien noch Crustaceen fanden.

Ueber die vertikalen Wanderungen des Planktons kann ich leider keine genaueren Angaben machen, sie sollen demnächst einer genaueren Untersuchung unterzogen werden. Die diesbezüglichen Untersuchungen von Blanc[4]) haben gezeigt, dass im Maximum ca. 25 (?) mal mehr Plankton bei Nacht sich an der Oberfläche befindet als am Tag.

	Neuenburger See		Genfer See	
	10. Febr.	18. Juli	5. Febr.	8. Juli
0 m — 2 m	0,2 cm³			
2 m — 5 m	1,7 cm³			
0 m — 5 m		2,8 cm³	3,2 cm³	8,4 cm³
5 m — 10 m	1,9 cm³	9,9 cm³	1 cm³	6,3 cm³
10 m — 20 m	2,2 cm³	13,2 cm³	5,3 cm³	7,6 cm³
20 m — 30 m		7 cm³	3,2 cm³	15,9 cm³
20 m — 40 m	8,8 cm³			
30 m — 40 m		6,6 cm³		
30 m — 50 m			9,6 cm³	6,3 cm³
50 m — 100 m			15,9 cm³	12,7 cm³
100 m — 120 m			15,9 cm³	6,35 cm³
Tiefe des Sees an der betr. Stelle	70 m	70 m	130 m	130 m

1) Die im Nachfolgenden, den Genfer See betreffenden Angaben verdanke ich der Güte von Herrn Prof. Yung, der gleichzeitig mit mir, das Genfersee-Plankton studierte, während ich im Neuenburger See ebenfalls während eines Jahres das Plankton regelmäßig untersuchte. Die Untersuchungen von Prof. Yung wurden mit dem kleinen Apstein-Netz ausgeführt.

2) C. Apstein, Das Süßwasserplankton, Kiel u. Leipzig, 200 p.

3) O. Fuhrmann, Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin. Revue suisse de zoologie, T. IV, 1897, p. 489—543.

4) H. Blanc, Le plankton nocture du Lac Léman. Bull. de la soc. vaud. des sc. nat., Vol. XXXIV, 1898, p. 225—230.

Die von Blanc angewandte Methode ist eine sehr mangelhafte und sind

Digitized by Google

Wie schon bemerkt, ist die vertikale Verteilung des Planktons in den in der Schweiz untersuchten Seen eine ganz andere als z. B. in Norddeutschland; es seien deshalb in folgendem aus einer sehr großen Zahl von Stufenfangserien einige angeführt, welche die Planktonmengen für die verschiedenen Tiefenzonen angeben und so die bei uns herrschenden Verhältnisse illustrieren.

Die in der obigen Tabelle angegebenen Planktonmengen für die sehr verschieden breiten Zonen sind für Wassersäulen von 1 m² Basis berechnet. Um nun die in denselben enthaltenen Planktonmengen untereinander vergleichen zu können, muss man sie auf ein einheitliches Maß zurückführen, d. h. berechnen, wie viel Plankton jede Zone per Kubikmeter Wasser enthält. Dies geschieht, wenn man die Planktonmenge jeder Zone durch die Höhe der Zone dividiert. Man erhält dann folgende untereinander vergleichbare Zahlen:

Planktonmenge per Kubikmeter	Neuenburger See		Genfer See	
	10. Febr.	18. Juli	5. Febr.	8. Juli
in der Zone 0 — 2 m	0,1 cm³			
„ „ „ 2 — 5 „	0,59 cm³			
„ „ „ 0 — 5 „		0,5 cm³	0,6 cm³	1,7 cm³
„ „ „ 5 — 10 „	0,4 cm³	1,9 cm³	0,2 cm³	1,2 cm³
„ „ „ 10 — 20 „	0,2 cm³	1,3 cm³	0,5 cm³	0,76 cm³
„ „ „ 20 — 30 „		0,7 cm³	0,3 cm³	1,6 cm³
„ „ „ 20 — 40 „	0,4 cm³			
„ „ „ 30 — 40 „		0,6 cm³		
„ „ „ 30 — 50 „			0,5 cm³	0,3 cm³
„ „ „ 50 — 100 „			0,3 cm³	0,2 cm³
„ „ „ 100 — 120 „			0,8 cm³	0,3 cm³
Tiefe des Sees an der betr. Stelle	70 m	70 m	130 m	130 m

Der große Unterschied in der Verteilung und Quantität des Planktons im Neuenburger und Genfer See einerseits und den Seen Norddeutschlands und Amerikas anderseits wird am besten illustriert, wenn ich einige Stufenfänge aus dem Plöner See[1]) und dem Michigan See[2]) angebe.

	Lake Michigan			Plöner See		
	Aug.	Aug.	Aug.	Juli	Juli	Sept.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
0 m — 2 m	19,4	22,1	26,3	60,8	91,2	30,4
2 m — 5 m	21,4	13,2	7,4	15,2	60,8	30,4
5 m — 10 m	13,9	31,3	15,6	45,6	106,4	30,4
10 m — 20 m				30,4	45,6	15,2
10 m — 25 m	62,6	48,9	40,9			
25 m — 50 m		42,4				
Tiefe des Sees	26 m	112 m	36 m	34 m	40 m	45 m

von den von ihm gemachten Zahlenangaben nur die oben angeführte annähernd den wirklichen Verhältnissen entsprechend.

1) C. Apstein, Das Süßwasserplankton, 1896, S. 69.

2) H. B. Ward, A biological examination of lake Michigan. Bull. of the Michigan Fish commission, Nr. 6, 1896, p. 50.

Digitized by Google

Planktonmenge per Kubikmeter	Lake Michigan			Plöner See		
	Aug.	Aug.	Aug.	Juli	Juli	Sept.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
in der Zone 0 m — 2 m	9,7	11,0	13,1	30,4	45,6	15,2
„ „ „ 2 m — 5 m	7,1	4,4	2,5	5	19,7	10,6
„ „ „ 5 m — 10 m	2,8	6,3	3,1	9	21,3	6,8
„ „ „ 10 m — 20 m				3	4,5	1,5
„ „ „ 10 m — 20 m	4,2	3,3	2,7			
„ „ „ 25 m — 50 m		1,7				
Tiefe des Sees	26 m	112 m	36 m	34 m	40 m	45 m

Aus dem Vergleich dieser Tabellen ist ersichtlich, dass, während im Plöner See (überhaupt in den norddeutschen Seen) und in den untersuchten amerikanischen Seen die größte Planktonmenge sich in der Oberflächenzone befindet, dies bei den schweizerischen Seen (dies gilt nicht nur für den Neuenburger und Genfer See) nicht der Fall ist. Ferner ist zu ersehen, dass die beiden untersuchten Schweizer-Seen bedeutend planktonärmer sind, was vielleicht von dem geringen Gehalt des Seewassers an stickstoffhaltigen Substanzen und deshalb an pflanzlichen Organismen herrührt [1]).

Aus den Untersuchungen über den Genfer See [2]) geht ferner noch hervor, dass das Plankton nicht, wie z. B. Hofer für den Bodensee angiebt, sich ausschließlich in einer Zone von 0—35 m findet, sondern, dass es bis in die größten Tiefen hinabgeht. [61]

Ludwig Zehnder, Die Entstehung des Lebens aus mechanischen Grundlagen entwickelt.

1. Teil: Moneren, Zellen, Protisten. Mit 123 Abbildungen im Text. Gr. 8. 256 S. Freiburg i./B., Leipz. u. Tübingen. Verlag von J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) 1899.

Nachdem Zehnder in seinem Buche „Die Mechanik des Weltalls“ es versucht hat, alle bekannten physikalischen und chemischen Kräfte auf die Gravitation zurückzuführen und die wichtigsten Vorgänge der unorganischen Welt daraus abzuleiten, unternimmt er es jetzt aus denselben Grundlagen die Vorgänge der organischen Welt gleichfalls zu entwickeln.

---

1) Die seit Einsendung dieses Aufsatzes ausgeführte Untersuchung und Zählung der Fänge aus dem Neuenburger See, sowie das Studium der vertikalen täglichen Wanderungen haben mir eine Erklärung der in unseren Seen herrschenden, von den Norddeutschen Seen so verschiedenen Verhältnisse gegeben über die ich demnächst zu berichten gedenke. Anderseits scheinen mir zahlreiche Gründe darauf hinzuweisen, dass die so gründlich untersuchten Norddeutschen Seen nicht als eigentliche Seen aufzufassen sind, sondern Zwischenformen zwischen Sumpf und See darstellen, die Chodat (Bull. de l'herbier Boissier, T. VI, 1898, p. 51) treffend mit den Namen „lac-étang“ bezeichnet.

2) E. Yung, Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman. Comptes Rendus de l'Acad. des sc. Paris. 1er Mai 1899.

Digitized by Google

Verfasser geht von verschieden gestalteten, einen bestimmten Raum erfüllenden, wägbaren Atomen aus, welche im freien unwägbaren Weltäther sich befinden. Jedes Atom ist von einer dichteren Aetherhülle umgeben. Die Atome sind in dauernder Bewegung, stoßen aneinander, geraten in Schwingungen und üben durch Schwingungen, welche sie aussenden, einen Einfluss auf ihre Umgebung aus. Verfasser führt dann aus, wie sich unter Voraussetzung dieser kurz angedeuteten Annahme Atome zu Molekülen zusammenlegen, wie diese mit anderen um ihr Dasein kämpfen müssen, wie die für die besonderen Verhältnisse beständigsten Verbindungen übrig bleiben. Also schon ins Reich der Atome und Molekeln führt Zehnder den Kampf ums Dasein ein, und hiermit hat dieses Prinzip seinen Siegeszug vollendet, nachdem es schon früher für Organe, Gewebe und Zellen geltend gemacht worden ist. Aus seinen einfachen Voraussetzungen glaubt Verfasser sodann ableiten zu können, dass jede Molekel in jedem Aggregatzustande gleichartige und gleich orientierte Molekel zu erzeugen sucht und kommt so zu einem ersten biologischen Fundamentalsatz: „Die Substanz hat das Bestreben sich zu vermehren". Unter geeigneten Bedingungen werden dann auch aus den Molekeln sich kompliziertere Gebilde zusammensetzen. Für den Aufbau der organischen Substanzen legt Verfasser der Anordnung der Moleküle zu kleinen Hohlcylindern, welche er Fistellen nennt, besonderen Wert bei. Er führt aus, wie aus diesen Fistellen sich durchlässige Membranen bilden können, welche quellungsfähig sein müssen, und die infolge ihres Aufbaues sich sehr geeignet erweisen werden, gewisse Molekeln zu zerlegen und andere neu aufzubauen. So werden wir solche aus Fistellen aufgebauten Membranen geradezu als chemische Werkstätten zu betrachten haben. Im Einzelnen kann hier nun nicht verfolgt werden, wie Verfasser aus den Fistellen Bläschen, Körnchen, Röhrchen Fibrillen entstehen lässt, wie er das Zustandekommen der Kontraktilität u. s. w. erklärt, und wie er die Sätze „die Substanz hat das Bestreben sich ihren Daseinsbedingungen anzupassen" und „die Funktion erhöht das Bestreben der Substanz sich zu vermehren" als zweiten und dritten biologischen Fundamentalsatz ableitet. Wenn man dem Verfasser seine Voraussetzungen zugiebt, wird man ihm, glaube ich, auch zugeben müssen, dass es möglich ist von dieser Grundlage aus in konsequenter Weise vorschreitend die wichtigsten biologischen Vorgänge abzuleiten. Dass damit das wirkliche Geschehen nicht erkannt ist, hebt der Verfasser selbst hervor, indem er sagt, dass seine Entwicklung biologischer Vorgänge in der Hauptsache als Schemata aufzufassen sind, als mögliche mechanische Entwicklungen nicht als wirkliche Entwicklungen ganz bestimmter biologischer Vorgänge. Dem Verfasser daraus einen Vorwurf zu machen, ist wohl kaum gerecht.

Die meisten Naturforscher sind sicherlich überzeugt, dass die biologischen Vorgänge auf die einfachsten mechanischen Vorgänge zurückzuführen sind, aber sie sind sich doch über die Wege, auf denen das gelingen kann, meist vollkommen im unklaren. Da bleibt es immer ein Verdienst einen Weg gezeigt und im einzelnen verfolgt zu haben, auf dem die Ableitung der organischen Welt aus rein mechanischen Voraussetzungen möglich ist, zumal es sich hier um ein Gebiet handelt, das sicher der direkten Beobachtung für immer unzugänglich ist.

Die physikalischen Grundlagen zu beurteilen, auf denen Zehnder baut, steht mir als Biologen nicht zu, ich möchte nur hervorheben, dass in der Zehnder'schen Schrift eine Reihe von interessanten Thatsachen in ein helles

Digitized by Google

Licht treten, über die sich viele unserer besten Forscher nicht immer klar zu sein scheinen. Das sind in erster Linie die Größenverhältnisse, mit denen man beim Atom- und auch noch beim Molekularaufbau der Körper zu rechnen hat. Eine Molekel kann schon relativ groß und von sehr komplizierter Struktur sein, und dennoch kann es mit keinem Mittel gelingen, irgend eine Molekel direkt sichtbar zu machen. Dasselbe dürfte auch noch von den Fistellen Zehnder's gelten. Es liegen also alle feineren und schließlich die grundlegendsten Strukturen jenseits der Grenze des Sichtbaren. Wir werden sie nie beobachten können, wir werden sie immer erschließen müssen.

Interessant für den Biologen ist dann die Beleuchtung, welche einige berühmte Streitfragen durch den Physiker erfahren. Darüber, ob es Zellen ohne Membranen giebt, ist viel gestritten worden. Jetzt ist man wohl darin einig, dass es Zellen giebt, bei denen man mit den besten optischen Hilfsmitteln keine Membranen nachweisen kann. Nach Zehnder sind solche Zellen ohne Membranen von physikalischem Standpunkt aus undenkbar, wohl aber können selbst recht komplizirt gebaute Membranen jenseits der Grenze des Sichtbaren liegen.

Ob das Protoplasma der Zellen fibrillär aufgebaut ist, oder ob wir Schaumstrukturen vor uns haben, darüber wird auch noch heute gestritten; Zehnder entscheidet sich aus physikalischen Gründen für den fibrillären Aufbau.

Sehr anregend sind auch die Betrachtungen über Präformation, Epigenese, Regeneration und vor allem über die Urzeugung. Nur auf die letztere will ich hier noch kurz eingehen. Die Urzeugung findet nach Zehnder fortwährend statt. Es ist „in der That die Möglichkeit vorhanden, dass durch sogenannte Urzeugung auch der höchstentwickelte Zellenstaat, das höchststehende Tier sich aufbaue aus einfacher, unorganisierter Materie. In Wahrheit kommt die Urzeugung sozusagen unter unseren Augen jederzeit zustande, wir sehen sie aber nicht, und wir erkennen sie nicht als Urzeugung an". Um dieses einzusehen, haben wir nur die Keimesgeschichte irgend eines Tieres in Gedanken rückwärts zu verfolgen. Die Grundlage des uns vorliegenden reifen Eies bildet im Ei, aus welchem das großmütterliche Tier hervorgegangen ist, nur noch ein kleines Substanzaggregat. „Gehen wir noch um einige Generationen weiter zurück, so kann bald das Substanzenaggregat, welches als Ursprung jenes betrachteten Eies aufzufassen ist, nur noch Molekulargröße besessen haben, es muss zu allererst eine einzige Molekel gewesen sein. Diese Molekel selber wurde durch Assimilation aufgebaut aus Atomkomplexen, aus einzelnen Atomen".

So wird durch die Zehnder'sche Schrift, wenn sie auch natürlich das biologische Thatsachenmaterial nicht bereichert, manches alte Problem in besonderer Weise beleuchtet und beurteilt, und mir erscheinen die Betrachtungen, welche der Physiker hier über biologische Fragen anstellt auch für den Biologen von großem Interesse zu sein. Wenn freilich der Verfasser uns in der Einleitung und auch später in Aussicht stellt auch „die seelischen Vorgänge" auf „rein mechanische Vorgänge zurückzuführen", so wird der Referent wenigstens dem Verfasser auf dieses Gebiet unter keinen Umständen folgen können. Hier gilt für den, welcher nur mit mechanischer Methode arbeiten will, zweifellos du Bois-Reymond's „ignorabimus". *F. Keibel* (Freiburg i. B.). [75]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. September 1899.** **Nr. 18.**

Inhalt: **Rübsaamen**, Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden (3. Stück u. Schluss). — **Ihle**, Ueber einige Verbesserungen im System der Arthrozoen. — **Mazzarelli**, Note sulla Morfologia dei Gasteropodi Tectibranchi (2. Stück). — **Schauinsland**, Drei Monate auf einer Koralleninsel (Laysan). — **Friedmann**, Ueber die Pigmentbildung in den Schmetterlingsflügeln.

Ueber die Lebensweise der Cecidomyiden.

Von **Ew. H. Rübsaamen** in Berlin.

(Drittes Stück u. Schluss.)

Dass Gallen, welche gewöhnlich an den Blättern vorkommen, unter Umständen auch an Stengeln gebildet werden, wurde schon vorher gesagt. Ebenso findet das Umgekehrte statt. So sehen wir z. B., dass *Dipl. scoparii* Rübs., welche in der Regel Gallen an den Zweigspitzen von *Sarothamnus scoparius* erzeugt, zuweilen auch Deformationen des Blattstieles hervorruft, und *Diplosis petioli* Kffr. erzeugt nicht nur Gallen an den Blattstielen von *Populus tremula*, sondern auch an der Basis der Blattlamina und sogar an den Zweigen. Unter sich sind die Stengel- oder Zweiggallen sehr verschieden; bald sind es stark bauchige Anschwellungen, wie sie z. B. *Dichelomyia salicis* Schrk., *Dich. saliciperda* Duf. und die meisten *Lasioptera*-Arten hervorbringen, bald wurzelartige Auswüchse, wie sie bereits bei *Oligotrophus poae* Bosc. und *radicificus* Rübs. erwähnt wurden, bald schwammige, bei der Reife der Larve aufplatzende Gallen wie bei *Dich. galii* H. Lw. oder kleine pustel- oder pockenartige Gallen, wie sie z. B. *Dich. abietiperda* Henschel hervorruft. Eigentümlich sind auch die Gallen, welche *Dich. inclusa* Frfld. erzeugt. Sie finden sich im Halme von *Arundo phragmites*, oft von außen nur zu erkennen an den Fluglöchern, aus welchen sich die Nymphe herausgebohrt hat.

Einen Uebergang von den Stengelgallen zu den Blatt- oder Blütengallen stellen viele Deformationen der Triebspitze und des Blütenstandes dar. So ist z. B. die von *Dich. sisymbrii* Schrk. erzeugte Verunstaltung des Blütenstandes von *Nasturtium palustre* ebensowohl als Triebspitzendeformation, wie auch als Blütengalle aufzufassen. Bei

Digitized by Google

Blütengallen sitzen die Larven in der Regel im Innern der Blütenknospe, diese am Aufblühen verhindernd und meist eine Anschwellung der Fruktifikationsorgane oder der Blumen- und Kelchblätter hervorrufend. Oft sitzen auch bei diesen Blütengallen die Larven nicht außen an den Fruchtwerkzeugen, sondern im Fruchtknoten, so einen Uebergang zu den Fruchtgallen darstellend. Bei letzteren ist entweder das Samenkorn selbst deformiert und beherbergt dann in der Regel auch die Made wie z. B. bei *Oligotrophus betulae* Wtz., oder es ist eine Deformation der Fruchthülle, wie sie z. B. *Asphondylia Meyeri* Liebel an den Hülsen von *Sarothamnus* hervorbringt. In solchen deformierten Hülsen verkümmern die Samenkörner in der Regel. Zu den an Fruchthüllen Gallen-bildenden Cecidomyiden gehört auch *Dichelomyia strobi* Wtz., welche an der innern Seite der Zapfenschuppen von *Picea excelsa* Lk. kleine beulenartige Verdickungen erzeugt.

Die im engern Sinne als Triebspitzendeformationen bezeichneten Gallen bestehen in einer Verkürzung der Internodien an der Spitze des Stengels oder Zweiges, wodurch wieder ein büschelartiges Zusammendrängen der Blätter an der Stengelspitze bedingt wird. Diese Blätter sind in der Regel auch noch in anderer Weise deformiert; oft sind sie stark verkürzt, verbreitert, gerollt oder bauchig aufgetrieben und zuweilen abnorm behaart. Manchmal befinden sich an der Triebspitze auch nur zwei deformierte Blätter, die sich dann hülsenartig mit ihren Rändern aneinander legen. Das Blätterbüschel wird je nach Form und Stellung der dasselbe bildenden Blätter als Schopf, runder oder spitzer Knopf, Rosette, Tasche u. s. w. bezeichnet. So erzeugte *Dich. capitigena* Bremi an *Euphorbia cyparissias* kugelige Blätterknöpfe, während *Dich. subpatula* Bremi an derselben Pflanze lose Blätterschöpfe erzeugt. *Dich. rosaria* H. Lw. erzeugt die bekannten Rosetten an Weiden und *Dich. veronicae* Vall. eine aus zwei Blättern gebildete Tasche an *Veronica chamaedrys* und *Veronica officinalis*. Seltener verwachsen die Blätter an der Triebspitze mit ihren Rändern vollständig, so dass die Deformation ein einer Schote nicht unähnliches Gebilde darstellt, wie dies z. B. bei den Gallen von *Dich. Löwii* Nik. an *Euphorbia* der Fall ist. In der Regel wird der Trieb erst dann von dem Insekt angegriffen, nachdem er schon eine Anzahl normaler Blätter entwickelt hat. Zuweilen jedoch legt auch die Mücke ihre Eier in die noch schlummernde Knospe ab, deren unentwickelte Blätter und Schuppen dann in der Regel mit einander verwachsen, während kein oder doch nur ein geringes Längenwachstum eintritt. Die so entstandenen Gallen bezeichnet man als Knospengallen. Diese Art von Missbildungen wird von vielen *Asphondylia*-Arten hervorgebracht. Seltener werden die unterirdischen Triebe deformiert. Interessant, doch noch lange nicht genügend erforscht, ist das Verhalten ein und derselben Mückenart in Bezug auf verschiedene Pflanzenteile oder

Digitized by Google

verschiedenartige Pflanzen. So bringt z. B. *Dich. veronicae* Vall. außer den so sehr häufigen Triebspitzendeformationen an *Veronica chamaedrys* an derselben Pflanze zuweilen auch Blütendeformation hervor, während die Triebgallen, welche sie an *Veronica officinalis* erzeugt, sich auffallend von denen an *Veronica chamaedrys*, besonders auch durch das Fehlen der abnormen Behaarung unterscheiden.

Dichelomyia Löwii Nik. erzeugt nicht nur Triebspitzendeformationen, sondern auch eine auffallende Anschwellung der Fruchthüllen; *Dich. violae* Fr. Lw. erzeugt an *Viola tricolor* L. eine Triebspitzendeformation, welche mit abnormer Behaarung der Blätter verbunden ist, während sie an *Viola silvestris* violette, knorpelig verdickte Blattrollen ohne abnorme Behaarung hervorbringt und *Dich. persicariae* L. erzeugt an *Polygonum amphibium* in der Regel knorpelige Blattrollungen, zuweilen jedoch auch recht auffallende Blütendeformationen an derselben Pflanze. *Dich. lychnidis* v. Heyd. erzeugt an *Melandryum album*, bald Blütengallen, bald Triebspitzendeformation und *Diplosis Steini* Karsch Blütenmissbildungen an dieser Pflanze sowie an *Saponaria officinalis*, während *Cecid. brassicae* Wtz. bald die Schoten, bald die Blüten von *Brassica* und *Raphanus* angreift.

Dieses eigentümliche Verhalten ein und derselben Gallmücke bei verschiedenen Pflanzen oder verschiedenen Pflanzenteilen ist hie und da die Ursache gewesen, die Erzeuger dieser Gallen für verschiedene Arten anzusehen, indem man leichte Unterschiede in der Färbung für genügend hielt, um Arten darauf zu gründen. Dies ist z. B. bei *Dich. affinis* Kffr. und *Dich. raphanistri* Kffr. der Fall, von welchen die erstere mit *Dich. violae* Fr. Lw., die letztere mit *Dich. brassicae* Wtz. ganz entschieden identisch ist.

Nachweise, inwieweit die verschiedenen Substrate verändernd auf die Farbe der Cecidomyiden einwirken, sind bis jetzt nicht erbracht worden. Man hat der Lebensweise der Cecidomyiden, in dieser Hinsicht überhaupt, noch wenig nachgeforscht, indem man gewöhnlich annahm, dass die verschiedenen Substrate auch verschiedene Parasiten beherbergten.

Andererseits muss jedoch auch darauf hingewiesen werden, dass oft sehr ähnliche Deformationen von verschiedenartigen Mücken auf ein und derselben Pflanze erzeugt werden, wie dies z. B. ja auch bei Cynipiden vorkommt. So sind z. B. *Diplosis rumicis* H. Lw. und *Dipl. acetosellae* Rübs. sicher nicht identisch. Auf die Unterschiede beider Arten habe ich an anderer Stelle aufmerksam gemacht. Ob aber *Dipl. rumicis* wirklich Blütengallen an *Rumex*-Arten hervorbringt oder nur inquilinisch in den von *Dipl. acetosellae* erzeugten Gallen lebt, ist nicht erwiesen. Sicher ist, dass in *Rumex*-Blüten verschiedene *Diplosis*-Larven vorkommen, deren Zucht mir, mit Ausnahme der *Dipl. acetosellae*, bisher nicht gelungen ist.

Digitized by Google

Sehr auffallend ist es, dass manche Gallmückengattungen auf bestimmte Pflanzenfamilien, ja sogar Gattungen angewiesen sind. So erzeugen die *Clinorhycha*-Arten nur Fruchtgallen an Kompositen. Dieselbe Vorliebe für diese Pflanzenfamilie begegnet uns wieder beim Genus *Rhopalomyia*, nur eine einzige Art, *Rhop. cristae-galli* Karsch, lebt im Larvenstadium an einer Pflanze einer andern Familie; alle sich in Tönnchen verwandelnden Gallmücken leben an Grasarten resp. *Carex*, während die *Hormomyia*-Arten alle auf die Gattung *Carex* beschränkt sind. Bei andern Cecidomyiden-Gattungen begegnet uns in Bezug auf die Auswahl der Pflanzen größere Mannigfaltigkeit, doch zeigt die Art der Deformation wieder ziemlich große Uebereinstimmung. So finden wir bei *Schizomyia* nur Blüten- oder Fruchtgallen, bei *Asphondylia*, Blüten-, Frucht- und Knospengallen.

Die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Gattungen die Pflanzen angreifen, ergiebt sich aus den nachfolgenden Uebersichten. Berücksichtigt sind bei denselben nur diejenigen Deformationen, deren Erzeuger bekannt sind und welche in Europa vorkommen. Auf absolute Vollständigkeit erheben diese Zusammenstellungen keinen Anspruch [1]), doch wird das Gesamtbild durch die eine oder andere übersehene Art wohl kaum ein anderes werden.

1. Gallmücken in Früchten oder Fruchthüllen, ohne Deformation zu erzeugen.

1. *Diplosis asclepiadis* Gir. 2. *Dipl. pisi* Wtz.

2. Blüten resp. Körbchen ohne Deformation.

a) In Gras- oder *Carex*-Blüten.

1. *Dichelomyia riparia* Wtz. (an *Carex*). 2. *Dich. airae* Kffr. 3. *Oligotrophus alopecuri* Reutt. 4. *Dipl. tritici* Kirby. 5. *Dipl. mosellana* Gehin *(Triticum)*. 6. *Dipl. brizae* Kffr. 7. *Dipl. dactylidis* H. Lw. 8. *Dipl. geniculati* Reutt. *(Alopecurus)*.

b) In Körbchen der Kompositen.

1. *Macrolabis achilleae* Rübs. 2. *Dichelomyia compositarum* Kffr. 3. *Dich. crinita* Rübs. *(Senecio)*. 4. *Rhopalomyia Magnusi* Rübs. *(Artemisia)*. 5. *Dipl. cilicrus* Kffr. *(Cirsium, Carlina, Carduus* etc.).

3. In deformierten Früchten oder Fruchthüllen.

1. *Clinorhyncha chrysanthemi* H. Lw. 2. *Clin. leucanthemi* Kffr. 3. *Clin. millefolii* Wachtl. 4. *Clin. tanaceli* Kffr. 5. *Lasioptera sarothamni* Kffr. 7. *[2])* *Dichelomyia brassicae* Wtz. (auch in Blütengallen an *Brassica* und *Raphanus*). 8. *Dich. fructuum* Rübs. *(Cerastium)*. 9. *Dich. muricatae* Meade *(Carex)*. 10. * *Dich. Löwii* Mik. *(Euphorbia)*, erzeugt auch Deformation der Triebspitze. 11. *Dich. papaveris* Wtz. 12. *Dich. strobi* Wtz. *(Picea)*. 13. *Oligotrophus betulae* Wtz.

1) Auch die Synopse von J. J. Kieffer kann auf absolute Vollständigkeit keinen Anspruch machen.

2) Die mit einem Sternchen bezeichneten Arten greifen die Pflanzen auch noch in anderer Weise an oder erzeugen auch Gallen an andern Pflanzen.

Digitized by Google

14. *Diplosis (Clinodiplosis) bupleuri* Rübs. 15. *Dipl. Marchali* Kffr. *(Fraxinus)*. 16. *Dipl. pastinacae* Rübs. 17. *Dipl. pisi* Wtz. 18. *Dipl. pulchripes* Kffr. *(Sarothamnus)*. 19. *Dipl. pyrivora* Riley. 20. †[1]) *Dipl. silvestris* Kffr. *(Lathyrus)* [[1]) *Dipl. pisi* Wtz.]. 21. *Dipl. (Clinodiplosis) thalictricola* Rübs. 22. *Schizomyia pimpinellae* Fr. Lw. 23. *Asphondylia bitensis* Kffr. *(Cytisus)*. 24. *Asph. ervi* Rübs. 25. *Asph. melanopus* Kffr. *(Lotus)*. 26. *Asph. Meyeri* Liebel *(Sarothamnus)*. 27. *Asph. Miki* Wachtl *(Medicago)*. 28. *Asph. Stefanii* Kffr. *(Diplotaxis)*. 29. *Asph. verbasci* Vall.

Von diesen 29 Fruchtgallen werden also erzeugt von *Clinorhyncha 4, Lasioptera 1, Dichelomyia 5 (II)*[2]), *Oligotrophus 1, Diplosis 8 (—1)*[3]), *Schizomyia 1, Asphondylia 9.*

4. Blütengallen.

1. *Dichelomyia Bergrothi* Mik *(Silene)*. 2. * *Dich. brassicae* Wtz. (erzeugt auch Fruchtgallen!). 3. *Dich. cardaminis* Wtz. 4. *Dich. epilobii* Fr. Lw. 5. *Dich. Faimairei* Kffr. *(Lathyrus)*. 6. *Dich. floriperda* Fr. Lw. *(Silene)*. 7. *Dich. flosculorum* Kffr. *(Trifolium)*. 8. * *Dich. glechomae* Kffr. (erzeugt auch Deformation der Triebspitze). 9. *Dich. Kiefferi* March *(Hedera)*. 10. * *Dich. lychnidis* v. Heyd. (erzeugt auch Deformation der Triebspitze). 11. *Dich. moraviae* Wachtl *(Viscaria)*. 12. *Dich. parvula* Liebel *(Bryonia)*. 13. * *Dich. persicariae* L. *(Polygonum)* (erzeugt auch Blattrandrollung). 14. *Dich. phyteumatis* Fr. Lw. 15. *Dich. potentillae* Wachtl. 16. *Dich. praticola* Kffr. *(Lychnis flos cuculi)*. 17. † *Dich. raphanistri* Kffr. [*Dich. brassicae* Wtz.]. 18. *Dich. saxifragae* Kffr. 19. * *Dich. similis* Fr. Lw. *(Veronica scutellata)* (erzeugt auch Deformation der Triebspitze). 20. * *Dich. sisymbrii* Schrk. *(Barbaraea)* (erzeugt auch Deformation des Blütenstandes an *Nasturtium)*. 21. *Dich. symphyti* Rübs. 22. * *Dich. stachydis* Bremi (erzeugt auch Blattrandrollung und Deformation der Triebspitze. 23. * *Dich. veronicae* Vall. (erzeugt gewöhnlich Deformation der Triebspitze). 24. * *Rhopalomyia cristae galli* Karsch *(Rhinanthus)* (erzeugt zugleich auch meist Deformation des Blütenstandes). 25. *Diplosis acetosellae* Rübs. *(Rumex)*. 26. *Dipl. anthobia* F. Lw. *(Crataegus)* (als Gallenbildner zweifelhaft. Ich habe in den deformierten Blüten von *Crataegus oxyacantha* in der Regel *Dichelomyia*-Larven in großer Anzahl gefunden). 27. *Dipl. anthonoma* Kffr. *(Sarothamnus)*. 28. *Dipl. anthophthora* F. Lw. *(Verbascum)*. 29. *Dipl. campanulae* Kffr. 30. *Dipl. craccae* Kffr. *(Vicia)*. 31. *Dipl. echii* Kffr. 32. *Dipl. lonicerearum* F. Lw. *(Lonicera)*. 33. * *Dipl. loti* Geer (auch in Blüten von *Medicago* und *Onobrychis*). 34. *Dipl. lysimachiae* Rübs. 35. † *Dipl. medicaginis* Kffr. [*loti* Geer]. 36. *Dipl. nasturtii* Kffr. (wahrscheinlich auch in Blüten von *Brassica)*. 37. *Dipl. Nicolayi* Rübs. (*Heracleum*). 38. † *Dipl. onobrychidis* Kffr. [*Dipl. loti*]. 39. *Dipl. quinquenotata* F. Lw. *(Hemerocallis)*. 40. *Dipl. rhamni* Rübs. 41. *Dipl. rumicis* H. Lw. (als Gallenerzeuger fraglich). 42. *Dipl. scabiosae* Kffr. 43. *Dipl.*

---

1) Die mit einem Kreuze versehenen Arten sind mit einer andern Art identisch. Der Name der Arten, zu welchen sie als Synonyme zu setzen sind, ist in eckigen Klammern beigefügt.

2) Die römische bezeichnet die Anzahl der Arten, welche die Pflanze auch in anderer Weise angreifen oder an verschiedenen Pflanzen-Arten Gallen hervorbringen.

3) Die mit den Minus-Zeichen in Klammern gesetzte Zahl sagt, dass unter den angegebenen Arten eine zweifelhafte ist.

Digitized by Google

scrophulariae Kffr. 44. *Dipl. solani* Rübs. 45. * *Dipl. tiliarum* Kffr. (erzeugt in der Regel Gallen an Zweigen oder Blättern). 46. *Dipl. Traili* Kffr. *(Pimpinella)*. 47. *Schizomyia galiorum* Kffr. *(Galium)*. 48. *Schiz. ligustri*[1]) Rübs. 49. *Schiz. nigripes* (Fr. Lw.) *(Sambucus)*. 50. *Asphondylia capparis* Rübs. 51. *Asph. echii* H. Lw. 52. *Asph. Hornigi* Wachtl. (*Origanum*). 53. *Asph. Massalongoi* Rübs. *(Ajuga)*. 54. *Asph. pruniperda* Rond. (*Prunus*). 55. *Asph. serpylli* Kffr. (*Thymus*). 56. *Asph. thymi* Kffr. 57. *Asph. verbasci* Vall.

Von diesen 57 Blütengallen werden also erzeugt von *Cecidomyia 23 (—1)* (VIII), *Rhopalomyia 1* (I), *Diplosis 22 (—2)* (II), *Schizomyia 3*, *Asphondylia 8*.

5. Deformation des Blütenstandes.

1. * *Dichelomyia heterobia* H. Lw. *(Salix)* (erzeugt auch Deformation der Triebspitze). 2. * *Dich. lychnidis* v. Heyd. *(Melandrium)* (erzeugt auch Deformation einzelner Blüten und Missbildung der Spitze nichtblühender Triebe). 3. * *Dich. sisymbrii* Schrk. (erzeugt an *Barbarea* auch Blütengallen). 4. * *Dich. urticae* Perris (erzeugt gewöhnlich Blattgallen, seltener Gallen an Blütenstielen) (conf. Triebspitze). 5. * *Rhopalomyia artemisiae* (Bouché) 6. * *Rhop. cristae-galli* (Karsch) (erzeugt auch Deformation einzelner Blüten). 7. *Rhop. florum* Kffr. (*Artemisia vulgaris*). 8. † *Rhop. palearum* Kffr. [*Rhop. ptarmicae* Vall.]. 9. † *Rhop. ptarmicae* Vall. *(Achillea ptarmica)* (conf. Triebspitze). 10. *Rhop. syngenesiae* (H. Lw.) (*Anthemis*, *Chrysanthemum*). 11. * *Rhop. tanaceticola* (Karsch) (erzeugt auch Blattgallen und Deformation der Triebspitze). 12. *Rhop. tubifex* (Bouché) (*Artemisia*). 13. *Diplosis chrysanthemi* Kffr. 14. *Dipl. corylina* Fr. Lw. 15. *Dipl. jacobaeae* H. Lw. (*Senecio*). 16. *Dipl. pilosellae* Kffr. (*Hieracium*). 17. *Dipl. ruderalis* Kffr. (*Sisymbrium*). 18. *Dipl. Schlechtendaliana* Rübs. (nicht *Schlechtendali* wie Kieffer konstant schreibt!) *(Sonchus)*. 19. † *Dipl. senecionis* Rübs. [*jacobaeae* H. Lw.]. 20. *Dipl. valerianae* Rübs.

Von diesen 20 Missbildungen werden erzeugt von *Dichelomyia 4 (IV)*, *Rhopalomyia 8 (—1)* (IV), *Diplosis 8 (—1)*.

6. Knospengallen und Deformation der Triebspitze.

1. *Arnoldia quercus* (Binnie). 2. † *Macrolabis hieracii* Kffr. [*pilosellae* (Binnie)]. 3. *Macrol. pilosellae* (Binnie). 4. *Macrol. stellariae* (Liebel). 5. *Dichelomyia alpina* Fr. Lw. (*Silene acaulis*). 6. *Dich. aparines* Kffr. 7. † *Dich. asperulae* F. Lw. *(Dich. galii* H. Lw.*)*. 8. *Dich. axillaris* Kffr. *(Trifolium)*. 9. *Dich. Braueri* Handl. (*Hypericum*). 10. * *Dich. Beckiana* Mik. *(Inula)* (erzeugt auch

1) *Schizomyia ligustri* n. sp. ♀. Thorax honiggelb, oben mit 3 dunkelbraunen Striemen. Abdomen rötlich gelb mit breiten, schwarzbraunen Binden. Schildchen gelbrot, Hinterkopf und Taster rotgrau. Fühler schwarzbraun mit helleren Basalgliedern, 2 + 11 gliedrig; das erste Geißelglied mit zwei Knoten, von denen der erste am längsten und länger ist als die beiden Basalglieder zusammen. Der dritte Fühlerknoten etwas mehr wie halb so lang als der erste. Nach der Fühlerspitze zu werden die Glieder kürzer. Mit Ausnahme der drei letzten, in der Mitte etwas eingezogen; die drei letzten breiter als lang. Stiele sehr kurz. Das letzte Glied fast ohne Stiel und in das vorletzte hineingeschoben. Legeröhre lang vorstreckbar, letztes Glied nadelförmig. Flügel sehr stark und lang behaart. Die zweite Längsader wenig gebogen. Querader nicht schief, sehr blass. Larven in deformierten Blüten von *Ligustrum vulgare* (Linz a./Rhein, 25. Juli 1897).

Digitized by Google

Blattdeformation!). 11. *Dich. bryoniae* Bouché. 12. *Dich. bupleuri* Wachtl. 13. *Dich. capitigena* Bremi *(Euphorbia)*. 14. *Dich. cerastii*. Binnie. 15. *Dich. clavifex* Kffr. *(Salix)*. 16. *Dich. crataegi* Wtz. 17. *Dich. cricae-scopariae* Duf. 18. *Dich. ericina* Fr. Lw. 19. *Dich. galeobdolontis* Wtz. 20. * *Dich. galii* H. Lw. (erzeugt auch Stengelgallen!). 21. *Dich. galiicola* Fr. Lw. 22. *Dich. gemmicola* Kffr. (*Salix*). 23. † *Dich. genistamtorquens* Kffr. [*Dich. genisticola* Fr. Lw.]. 24. *Dich. genisticola* Fr. Lw. 25. * *Dich. glechomae* Kffr. (erzeugt auch Blütengallen!). 26. *Dich. helianthemi* Hardy. 27. * *Dich. heterobia* H. Lw. (erzeugt auch Deformation des Blütenstandes). 28. *Dich. hygrophila* Mik. (*Galium*). 29. *Dich. hyperici* Géné. 30. *Dich. ignorata* Wachtl (*Medicago*). 31. *Dich. iteobia* Kffr. (*Salix*). 32. * *Dich. Klugii* Mg. (*Salix*) (*Dich. pulvini* Kffr. = *Klugii* Mg.) (erzeugt zugleich Anschwellung der Blattpolster). 33. *Dich. lamiicola* Mik. 34. *Dich. laricis* F. Lw. 35. *Dich. lathyricola* Rübs. 36. *Dich. lithospermi* H. Lw. 37. † *Dich. lotharingiae* (*Cerastium*) [*Dich. cerastii* Binnie]. 38. *Dich. loticola* Rübs. 39. * *Dich. Löwii* Mik (erzeugt auch Deformation der Früchte). 40. † *Dich. lupulinae* Kffr. (*Medicago*) [*Dich. ignorata* Wachtl]. 41. † *Dich. lychnidis* v. Heyd. (erzeugt auch Deformation der Blüten und des Blütenstandes). 42. * *Dich. periclymeni* Rübs. (*Lonicera*) (erzeugt auch Blattrollung). 43. *Dich. rosaria* H. Lw. (*Salix*). 44. *Dich. rosariella* Kffr. (*Salix*). 45. *Dich. salicariae* Kffr. 46. *Dich. serotina* Wtz. *(Hypericum)*. 47. * *Dich. similis* Fr. Lw. *(Veronica scutellata)* (erzeugt auch Blütengallen). 48. * *Dich. stachydis* Bremi (erzeugt auch Blattrollen und Blütengallen). 49. *Dich. subpatula* Bremi (*Euphorbia*). 50. *Dich. superna* Kffr. (*Salix*). 51. *Dich. terminalis* H. Lw. (*Salix alba, fragilis* etc.). 52. *Dich. thalictri* Rübs. 53. *Dich. tortrix* Fr. Lw. (*Prunus*). 54. *Dich. trachelii* Wachtl (*Campanula*). 55. *Dich. tubicola* Kffr. (*Sarothamnus*). 56. *Dich. vaccinii* Rübs. 57. * *Dich. veronicae* Vall. (erzeugt auch Blattgallen). 58. * *Dich. violae* Fr. Lw. (erzeugt auch an *Viola silvestris* u. a. Blattrollen, an *Viola tricolor* Deform. d. Triebspitze). Kieffer hat als Erzeuger der Blattrollen eine *Dich. affinis* beschrieben, die aber mit *Dich. violae* identisch ist). 59. *Dich. virgae aureae* Liebel (erzeugt auch Blattrollung). 60. * *Rhopalomyia artemisiae* (Bouché) (zugleich mit Deformation des Blütenstandes). 61. *Rhop. baccarum* Wachtl (*Artemisia*). 62. * *Rhop. florum* Kffr. (zugleich mit Deformation des Blütenstandes). 63. *Rhop. millefolii* H. Lw. 64. *Rhop. ptarmicae* Vall. (zugleich mit Deformation des Blütenstandes). 65. * *Rhop. Rübsaameni* Thomas (*Erigeron*) (erzeugt zugleich auch fleischige Blattgallen). 66. *Rhop. tanaceticola* (Karsch) (erzeugt auch Gallen in den Körbchen und auf den Blättern). 67. *Oligotrophus juniperinus* (L.). 68. *Olig. lanceolatae* Rübs. (*Calamagrostis*). 69. *Olig. Panteli* Kffr. (*Juniperus*). 70. *Olig. sabinae* Kffr. (*Juniperus*). 71. *Olig. taxi* Jnchb. 72. *Olig. thymi* Kffr. 73. *Olig. thymicolus* Kffr. 74. *Diplosis aequalis* Kffr. (*Senecio*). 75. *Dipl. auripes* Fr. Lw. (*Galium*). 76. *Dipl. ballotae* Kffr. 77. *Dipl. Barbichei* Kffr. (*Lotus*). 78. *Dipl. betulicola* Kffr. 79. *Dipl. Giardiana* Kffr. *(Hypericum)*. 80. *Dipl. inulae* (H. Lw.). 81. *Dipl. linariae* Wtz. 82. *Dipl. molluginis* Rübs. (*Galium*). 83. *Dipl. mediterranea* Fr. Lw. (*Erica*). 84. *Dipl. picridis* Kffr. 85. *Dipl. quercicola* Rübs.[1]).

---

1) *Diplosis quercicola* n. sp. ♀. Gesicht und Rüssel gelbgrau, Hinterkopf schwarzbraun mit gelblichem Saume. Fühler 2 + 12gliedrig, die Knoten birnförmig, viel länger als die Einschnürungen; nach der Spitze des Fühlers zu werden die Knoten kleiner, der letzte kaum halb so lang wie der erste, mit kurzem knospenförmigem Fortsatze. Taster 4gliedrig, schwarz wie die Fühler,

Digitized by Google

86. * *Dipl. scoparii* Rübs. (*Sarothamnus*) (erzeugt auch Blattstielgalle). 87. *Dipl. subterranea* v. Frfld. (*Inula*). 88. *Asphondylia coronillae* Vall. 89. *Asph. cytisi* v. Frfld. 90. *Asph. dorycnii* Fr. Lw. 91. *Asph. echii* H. Lw. 92. *Asph. genistae* H. Lw. 93. *Asph. ononidis* Fr. Lw. 94. *Asph. pilosa* Kffr. (*Sarothhmnus*). 95. *Asph. prunorum* Wachtl. 96. *Asph. sarothamni* H. Lw. 97. *Asph. ulicis* Trail. 98. *Hormomyia cornifex* Kffr. (*Carex*). 99. *Horm. Rosenhaueri* Rübs. (*Carex*).

Von diesen 99 Missbildungen werden erzeugt von *Arnoldia 1*, *Macrolabis 3* (—*1*), *Dichelomyia 55* (—*4*) (*XIII*), *Rhopalomyia 7* (*IV*), *Oligotrophus 7*, *Diplosis 14* (*I*), *Asphondylia 10*, *Hormomyia 2*.

7. Stengelgallen.

1. *Lasioptera arundinis* Schin. 2. *Las.* (*Stefaniella*) *atriplicis* Kffr. 3. *Las. berberina* Schrk. (*Berberis*). 4. *Las. calamagrostidis* Rübs. 5. *Las. carophila* Fr. Lw. (Umbelliferen). 6. *Las. cerealis* Lind. (Gramineen). 7. *Las. eryngii* Vall. 8. *Las. flexuosa* Wtz. (*Arundo*). 9. † *Las. graminicola* Kffr. [= *Las. calamagrostidis* Rübs. 10. * *Las. rubi* Heeg. (erzeugt auch Anschwellung der Blattstiele). 11. *Dichelomyia dubia* Kffr. (*Salix*). 12. * *Dich. galii* H. Lw. (erzeugt auch Deformation der Triebspitze. 13. *Dich. inclusa* v. Frfld. (*Arnudo*). 14. *Dich. Karschi* Kffr. (*Salix*). 15. * *Dich. Klugii* Mg. (= *pulvini* Kffr.) (*Salix*) (erzeugt Knospendeformation zugleich mit Anschwellung der Blattpolster). 16. *Dich. Pierrei* Kffr. (*Salix*). 17. *Dich. rubicundula* Rübs. (*Rumex*). 18. *Dich. saliciperda* Duf. (*Salix*). 19. *Dich. salicorniae* Kffr. (*Salicornia*). 20. * *Dich. salicis* Geer (erzeugt manchmal auch Gallen am Blattstiele und der Mittelrippe). 21. *Rhopalomyia hypogaea* (Fr. Lw.) (*Chrysanthemum*). 22. *Oligotrophus abietiperda* (Hensch) (es ist noch fraglich, ob diese Mücke zu *Oligotrophus* gehört. Kieffer stellt sie vorläufig zu *Cecidomyia* (*Perrisia*), was sicher nicht richtig ist). 23. *Olig. Bergenstammi* Wachtl (*Pirus*). 24. *Olig. holci* Kffr. 25. *Olig. moliniae* Rübs. 26. *Olig. poae* Bosc. 27. *Olig. radicificus* Rübs. (*Poa*). 28. *Olig. tuberculi* Rübs. (*Sarothamnus*). 29. *Olig. ventricolus* Rübs. (*Molinia*). 30. *Diplosis equestris* Wag. (*Triticum*, wohl auch an andern Gramineen). 31. *Dipl. petioli* Kffr. (*Populus*), erzeugt auch Gallen an Blattstiel und Blatt). 32. * *Dipl. scoparii* Rübs. (*Sarothamnus*) (die Galle ist auch als Deformation der Triebspitze aufzufassen; außerdem erzeugt die Mücke Gallen an den Blattstielen). 33. * *Dipl. tiliarum* Kffr. (erzeugt auch Anschwellung der Blattstiele nnd Rippen, sowie Blütengallen). 34. * *Dichrona gallarum* Rübs. (*Carex*) (erzeugt in der Regel Blattgallen).

Von diesen 34 Stengelgallen werden erzeugt von *Lasioptera 10* (—*1*) (*I*), *Dichelomyia 10* (*III*), *Rhopalomyia 1*, *Oligotrophus 8*, *Diplosis 4* (*III*), *Dichrona 1* (*I*).

8. Blattkräuselungen.

1. *Macrolabis corrugans* (Fr. Lw.) (*Heracleum*, *Pastinaca*). 2. *Dichelomyia acercrispans* Kffr. 3. *Dich. alni* Fr. Lw. 4. * *Dich. Beckiana* Mik. (*Inula*) (erzeugt

---

Thorax mattbraun, mit langen graugelben Haaren, ziemlich dicht besetzt. Schildchen mehr braungelb. Abdomen honiggelb, oben und unten mit matten, pechbraunen, breiten Binden. Legeröhre lang, vorstreckbar, gelb.

Die 1. Längsader mündet etwa in der Flügelmitte in den Vorderrand, die zweite, welche etwas gebogen ist, in die Flügelspitze. Die gelben Larven erzeugen die bereits von Fr. Löw erwähnten deformierten Knospen an *Quercus cerris* (lg. Kafka, Wien).

Digitized by Google

auch Deformation der Triebspitze). 5. *Dich. Dittrichi* Rübs. (*Silaus*). 6. * *Dich. Engsfeldi* Rübs. (*Spiraea*) (erzeugt unter Umständen auch Blattfalten). 7. *Dich. folium crispans* Rübs. (*Symphytum*). 8. *Dich. plicatrix* H. Lw. 9. *Dich. Tetensi* Rübs. (*Ribes*). 10. *Dich. Thomasiana* Kffr. (*Tilia*). 11. * *Diplosis heraclei* Rübs. (erzeugt unter Umständen auch Blattfalten). 12. *Dipl. quercina* Rübs.

Von diesen 12 Missbildungen werden erzeugt von *Macrolabis 1*, *Dichelomyia 9* (*II*), *Diplosis 2* (*I*).

9. Blattrollung.

1. *Macrolabis Manteli* Kffr. 2. *Macrol. orobi* Kffr. 3. † *Dich. affinis* Kffr. [*Dich. violae* Fr. Lw.]. 4. *Dich. dioicae* Rübs. (*Urtica*). 5. *Dich. filicina* Kffr. (*Pteris*). 6. *Dich. Giraudi* Frfld. (*Astragalus*). 7. *Dich. Inchbaldiana* Mik (*Salix*). 8. *Dich. Kiefferiana* Rübs. (*Epilobium*). 9. *Dich. mali* Kffr. 10. *Dich. marginemtorquens* Wtz. 11. * *Dich. persicariae* L. (erzeugt auch Blütengallen). 12. * *Dich. periclymeni* Rübs. (erzeugt meist Deformation der Triebspitze). 13. *Dich. populeti* Rübs. 14. *Dich. pyri* Bouché. 15. *Dich. ranunculi* Bremi. 16. *Dich. Schlechtendali* Kffr. (*Orobus*). 17. * *Dich. stachydis* Bremi (erzeugt auch Deformation der Blüten und Triebspitze). 18. *Dich. tiliamvolvens* Rübs. 19. * *Dich. violae* Fr. Lw. (erzeugt auch Deformation der Triebspitze an *Viola tricolor*). 20. * *Dich. virgae aureae* Liebel (erzeugt auch Deform. der Triebspitze). 21. *Dich. viscariae* Kffr. 22. *Diplosis Bellevoyei* Kffr. (*Lathyrus*). 23. *Dipl. vaccinii* Kffr. 24. *Dipl. volvens* Kffr. (*Quercus*).

Von diesen 24 Blattrollungen werden erzeugt von *Macrolabis 2*, *Dichelomyia 19 (—1)* (*V*), *Diplosis 3*.

10. Blattfaltungen.

1. *Macrolabis hippocrepidis* Kffr. (hülsenförmige Blattfaltung). 2. *Dichelomyia acrophila* Wtz. *(Fraxinus)* (wie bei 1). 3. * *Dich. Engstfeldi* Rübs. (*Spiraea*) (erzeugt auch Blattkräuselung). 4. *Dich. fraxini* Kffr. (hülsenförmige Erweiterung des Blattstiels und der Mittelrippe). 5. *Dich. onobrychidis* Bremi (wie bei 1). 6. *Dich. rosarum* (wie bei 1). 7. *Dich. sanguisorbae* Rübs. (wie bei 1). 8. *Dich. trifolii* Fr. Lw. (wie bei 1). 9. *Dich. viciae* Kffr. (wie bei 1). 10. *Oligotrophus* (*Mikiola*) *cristatus* Kffr. (*Fagus*). 11. *Diplosis carpini* Kffr. 12. *Dipl. sorbi* Kffr. (wie bei 1). 13. *Dipl. acerplicans* Kffr. 14. * *Dipl. heraclei* Rübs. (erzeugt auch Blattkräuselung). 15. *Dipl. marsupialis* Fr. Lw. *(Prunus)* (erzeugt bauchige Erweiterung des Blattstieles). 16. *Dipl. dryobia* Fr. Lw. (Umklappung der Blattzipfel von *Quercus*).

Von diesen 16 Missbildungen werden erzeugt von *Macrolabis 1*, *Dichelomyia 8 (I)*, *Oligotrophus 1*, *Diplosis 6* (*I*).

11. Andere Blatt- und Blattstielgallen.

1. *Lasioptera populnea* Wachtl. 2. * *Las. rubi* Heeg (erzeugt meist Zweiggallen). 3. *Arnoldia cerris* (Koll.) (*Quercus*). 4. *Arn. homocera* Fr. Lw. (*Quercus cerris*). 5. *Arn. Szepligetii* Kffr. (*Quercus cerris*). 6. *Dichelomyia carpini* Fr. Lw. (Blattrippen). 7. *Dich. circinans* Gir. (*Quercus cerris*). 8. *Dich. Lichtensteini* Fr. Lw. *(Quercus cerris)*. 9. *Dich. nervorum* Kffr. (Blattrippen von *Salix*). 10. *Dich. oenophila* Hainch. *(Vitis)*. 11. *Dich. oleae* Fr. Lw. 12. *Dich. pustulans* Rübs. (Blattausstülpungen an *Spiraea*). 13. * *Dich. salicis* Geer (erzeugt gewöhnlich Zweigschwellung). 14. *Dich. ulmariae* Bremi *(Spiraea)*. 15. * *Dich. urticae* Perris (erzeugt zuweilen auch Gallen an Blütenstielen). 16. *Rhopalo-*

Digitized by Google

myia abrotani (Trail) (vielleicht identisch mit *foliorum* Fr. Lw.). 17. *Rhop. foliorum* (H. Lw.) (*Artemisia*). 18. *Rhop. Lütkemülleri* Thom.[1]) (*Artemisia*). 19. * *Rhop. Rübsaameni* Thom. (*Erigeron*) (erzeugt zugleich meist Deformation des ganzen Triebes). 20 * *Rhop. tanaceticola* (Karsch) (erzeugt an *Tanacetum* außerdem auch Gallen in den Körbchen und Knospengallen). 21. *Oligotrophus annulipes* Htg. (= *piligerus* H. Lw.) (*Fagus*). 22. *Olig. bursarius* (*Bremi*) (*Glechoma*). 23. *Olig. capreae* (Wtz.) (*Salix*). 24. *Olig. corni* (Gir.) (*Cornus*). 25. *Olig. fagi* (Hartig). 26. *Olig. Hartigi* Liebel (*Tilia*). 27. *Olig. Réaumurianus* (Fr. Lw.) (*Tilia*). 28. *Olig. ruber* (Kffr.) (*Betula*) (Mittelrippenschwellung). 29. *Diplosis betulina* Kffr. (Blattblasen). 30. *Dipl. brachyntera* (Schwägr.) (*Pinus*). 31. *Dipl. cavernosa* Rübs. (*Populus*, Blattgallen mit spaltartiger Oeffnung oberseits)[2]). 32. *Dipl. centaureae* Fr. Lw. 33. *Dipl. globuli* Rübs. (*Populus*). 34. *Dipl. Löwii* Rübs.[3]) (*Populus*).. 35. * *Dipl. petioli* Kffr. (*Populus*) (erzeugt Gallen am Blattstiel, seltener am Blatte oder Zweig; die Gallenöffnung ist stets rund). 36. *Dipl. phyllyreae* Fr. Lw. 37. * *Dipl. scoparii* Rübs. (erzeugt meist Zweiggallen, seltener Gallen am Blattstiele von *Sarothamnus scoparius*). 38. *Dipl. subulifex* Kffr. (*Quercus*). 39. * *Dipl. tiliarum* Kffr. (erzeugt Gallen an den Blattrippen, dem Blattstiele, den Zweigen und Blüten von *Tilia*). 40. *Monarthropalpus buxi* (Lab.) (Blattblasen). 41. *Cystiphora hieracii* Fr. Lw. (Blattblasen). 42. *Cyst. pilosellae* Kffr. (Blattblasen). 43. *Cyst. taraxaci* Kffr. (Blattblasen). 44. *Asphondylia rosmarini* Kffr. 45. * *Dichrona gallarum* Rübs. (*Carex*) (erzeugt auch Stengelgallen). 46. *Pseudohormomyia granifex* Kffr. (*Carex*). 47. *Hormomyia arenariae* Rübs.[4]) (*Carex arenaria*). 48. *Hormomyia*

1) Das Tier ist nicht identisch mit *Rhop. foliorum* H. Lw., wie Kieffer glaubt.

2) *Dipl. cavernosa* n. sp. Thorax oben ganz schwarzbraun, Abdomen rot mit schwarzen Binden oben und unten. Legeröhre honiggelb, mit zwei großen und einer kleinern, darunter stehenden Lamelle. Fühler ganz schwarzbraun, Schildchen und Thoraxseiten mit ziemlich langen, weißen Haaren. Fühler 2 + 11gliedrig; das erste Geißelglied mit 2 Knoten; alle Knoten ziemlich gleich lang, das letzte mit einem kurzen, knospenartigen Fortsatze. Taster 4gliedrig; das 4. Glied wenig länger als das vorhergehende. Klauen gebogen, so lang wie das Empodium. Flügel bräunlich getrübt.

3) Kieffer stellt *Dipl. Löwii* Rübs. als Synonym zu *Dipl. tremulae* Wtz., was nicht richtig ist. Es lässt sich nicht mehr entscheiden, aus welcher der vielen auf *Populus tremula* vorkommenden Blattgallen Winnertz seine Art gezogen hat; ebensowenig lässt sich dies aus der von Winnertz gegebenen Beschreibung der Mücke erkennen. *Dipl. Löwii* daher als Synonym zu *Dipl. tremulae* zu stellen, ist eine willkürliche Annahme.

4) *Homomyia arenariae* n. sp. ♂. Thorax ziegelrot, Striemen matt-schwarz. Abdomen dunkel rotgelb, keine deutlichen Binden, aber die Segmente oben mit schwarzbraunen, nicht bestimmt geformten Flecken; nach hinten wird das Abdomen rotbraun; Zangenbasalglieder ebenso, Klauenglieder schwarz. Das ♀ ist ähnlich gefärbt wie das ♂. Abdomen trüb, karminrot, mit breiten, schwarzen, glänzenden Binden, welche mindestens $^2/_3$ so breit sind wie die einzelnen Segmente. Abdominalspitze und die nicht vorstreckbare Legeröhre orangegelb. Abdominalseiten schwach weiß beschuppt. Thorax rehbraun, nach den Hüften zu schwarzbraun, auf dem Rücken mit 3 schwärzlichen matten Striemen, von denen sich die seitlichen über das Schildchen fortsetzen. Hinter-

Digitized by Google

Fiecheri Frfld. (*Carex*). 49. *Hormomyia tuberifica* Rübs.[1]) (*Carex*). 50. *Horm. tumorifica* Rübs.[2]) (*Carex Pseudocyperus*).

rücken rehbraun, Schwingerwulst tief schwarz, Thorax nicht so stark vorgezogen wie bei andern *Harmomyia*-Arten. Taster 4gliedrig; Fühler in beiden Geschlechtern 2 + 12gliedrig. Beim ♂ besteht jedes Glied aus zwei Knoten, von denen das erste fast kugelig, das zweite mehr birnförmig ist; jeder Knoten etwas länger als die auf ihn folgende Einschnürung; der kleine Knoten mit einem, der andere mit zwei Bogenwirteln und zwei Borstenwirteln. Beim Weibchen sind die Fühlerknoten in der Mitte etwas eingeschnürt. Die Bogenwirtel erinnern in ihrer Form an *Asphondylia*. Beim ♂ und ♀ das Endglied mit einem gestielten Fortsatze. Taster 4gliedrig. Flügel etwas länger als das Abdomen. Die zweite Längsader an der Spitze stark nach hinten gebogen und bei der sehr schief stehenden Querader ziemlich stark nach vorne gezogen. Die beiden Zinken der dritten Längsader kaum wahrnehmbar. Fußkrallen und Empodium wie gewöhnlich. Legeröhre nicht vorstreckbar, gebaut wie bei andern *Hormomyia*-Arten. Beim Männchen ist die Lamellendecke tief, zweilappig. die Lappen schmal und zipfelartig verlängert; länger als die darunter liegende, an der Spitze nur schwach ausgerandete Lamelle. Penis länger als die Lamellendecke, nach oben gekrümmt. Larve in kleinen Gallen an den Blättern und Stengeln von *Carex arenaria* meist unter der Erde.

Die Mücke passt nicht vollständig zu *Hormomyia*, sondern bildet einen Uebergang zu *Diplosis*.

1) *Hormomyia tuberifica* n. sp. Abdomen trübrot. Hinterrand eines jeden Segmentes oben mit schwarzer glänzender Binde, welche $^1/_3$ der Segmentbreite einnimmt und nicht aus Haaren oder Schuppen besteht. Auf der Bauchseite ist jedes Segment mit zwei kleinen schwarzen Fleckchen versehen. Lamellen der kurzen Legeröhre schwärzlich. Thorax stark gewölbt und über den Kopf vorgezogen, honigbraun mit 3 schwarzen Striemen, die seitlichen vor dem Schildchen nach außen gebogen, die mittlere sehr kurz. Kopf und Fühler schwarz. Das Männchen ist ähnlich gefärbt wie das Weibchen, das Abdomen aber mehr gelblich. Fühler ähnlich wie bei *H. arenariae*. Beim Männchen besteht das letzte Glied aber nur aus einem langgestreckten Knoten und die Bogenwirtel sind noch länger. Beim Weibchen ist jeder Knoten mit 3 Bogenwirteln versehen. Beim Männchen ist die Lamellendecke ebenfalls tief gespalten aber viel kürzer als die Lamelle. Diese fast halb so lang wie die Basalglieder und an der Spitze nicht ausgerandet, wohl aber seitlich, ungefähr in der Mitte, etwas eingezogen. Penis sehr lang, länger als die Basalglieder. Die Larve in blasigen Auftreibungen an der Basis der Blätter von *Carex stricta*.

2) *Hormomyia tumorifica* n. sp. Abdomen glänzend rot, oben mit bindenartigen schwarzen Flecken und langer schwarzer Behaarung. Thorax trübrot, oben ganz glänzend schwarz, schief besehen, wie bereift; lang schwarz behaart. Fühler ganz schwarz; in beiden Geschlechtern aus 2 + 12 Gliedern bestehend. Beim Männchen sind die Fühler ähnlich gebildet wie bei der vorhergehenden Art. Beim Weibchen haben die 2—3 untersten Glieder je einen, die folgenden hingegen zwei Knoten wie beim Männchen, nur sind die Stiele und die Bogenwirtel etwas kürzer als beim Männchen. Die Lappen der Lamellendecke sind nicht abgerundet wie bei *Horm. tuberifica* und die lange Lamelle an den Seiten nicht eingezogen. Penis sehr lang. Die zweite Längsader viel weniger gebogen als bei *Horm. tuberifica*. Die Larve lebt in ähnlichen Gallen an den Blättern von *Carex Pseudocyperus*.

Digitized by Google

Von diesen 50 Blattgallen werden erzeugt von *Lasioptera 2* (*I*), *Arnoldia 3*, *Dichelomyia 10* (*II*), *Rhopalomyia 5* (*II*), *Oligotrophus 8*, *Diplosis 11* (*III*), *Monarthropalpus 1*, *Cystiphora 3*, *Asphondylia 1*, *Dichrona 1* (*I*), *Pseudohormomyia 1*, *Hormomyia 4*.

12. Inquilinisch in oder an Gallen lebend.

1. *Arnoldia gemmae* Rübs. (in Gallen von *Andricus fecundatrix*). 2. *Macrolabis incolens* Rübs. (in der Triebspitzendeformation von *Cec. veronicae* Vall.). 3. *Macr. luceti* Kffr. (in den Blatthülsen von *Dich. rosarum* Hardy). 4. *Macr. pavida* Wtz. (in den Blatthülsen von *Dich. acrophila* Wtz.). 5. *Macr. saliceti* H. Lw. (in der Deformation der Triebspitze von *Dich. terminalis*). 6. *Dichelomyia betuleti* Kffr. (in den Gallen von *Dipl. betulicola* Kffr.). 7. *Dich. circumdata* Wtz. (in der Deformation der Triebspitze von *Cec. crataegi* Wtz.). 8. *Dich. dulcamarae* Rübs. (in den Blütengallen von *Dipl. solani* Rübs.). 9. *Dich. iteophila* H. Lw. (in den Rosetten von *Cec. rosaria* H. Lw.). 10. *Dich. Kleini* Rübs.[1]) (in der Deformation des Blütenstandes von *Dipl. ruderalis* Kffr.). 11. *Dich. lathyrina* Rübs. (in der Deformation der Triebspitze von *Dich. lathyricola* Rübs.). 12. *Dich. Peinéi* Rübs. (in den Blatthülsen von *Dich. sanguisorbae* Rübs.). 13. *Dich. prunicola* Fr. Lw. (in von *Dipl. marsupialis* Fr. Lw. erzeugten Gallen der Blattmittelrippe von *Prunus*). 14. *Dich. sodalis* Fr. Lw.[2]) (in den Gallen von *Dich. tortrix* Fr. Lw.). 15. *Diplosis biorhizae* Kffr. (in den fleischigen Gallen von *Biorhiza terminalis*). 16. *Dipl. botularia* Wtz. (in den Gallen von *Dich. fraxini* Kffr.). 17. *Dipl. galliperda* Fr. Lw. (unter den Gallen von *Neuroterus lenticularis* und *laeviusculus*, diese Gallen deformierend). 18. *Dipl. invocata* Wtz. (in Gallen von *Cec. acrophila*). 19. *Dipl. Liebeli* Kffr. (in den Gallen von *Dipl. dryobia* Fr. Lw. und *Dipl. volvens* Kffr.). 20. *Dipl. pallescens* Kffr. (in Gallen von *Dipl. tiliarum* Kffr.). 21. *Dipl. socialis* Wtz. (in den Zweiggallen von *Lasioptera rubi* Heeg.

Von diesen 21 Gallmücken, welche inquilinisch in Gallen anderer Insekten leben, gehören zum Genus *Arnoldia 1*, *Macrolabis 4*, *Dichelomyia 9*, *Diplosis (Clinodiplosis) 7*.

Die Anzahl der wirklich verschiedenen hier aufgeführten Gallbildungen sowie die Zahl der diese Gallen erzeugenden Mücken ergiebt sich aus der nachfolgenden tabellarischen Uebersicht. Ein einfaches Zusammenzählen der bei den verschiedenen Gallformen gewonnenen Endresultate nach Abzug der zweifelhaften Arten und der auch an andern Pflanzenteilen Gallen-bildenden Cecidomyiden würde natürlich kein richtiges Bild ergeben, da manche Gallmücken bei drei verschiedenen Gallformen angeführt sind so z. B. *Diplosis tiliarum* Kffr. und *Dichelomyia stachydis* Bremi. Ebenso dürfen die Gallen, die ihrer

1) Kieffer giebt (Synops. p. 16) irrtümlich an, dass diese Art mit *Dich. sisymbrii* Schrk. zusammenlebe und mit dieser Art wahrscheinlich identisch sei. Hier scheint der erste Irrtum den andern erzeugt zu haben.

2) In der Synopse p. 13 sagt Kieffer bei dieser Art: Dans une déformation des pousses de *Prunus spinosa*. Diese Bemerkung könnte zu einem Irrtum Veranlassung geben, weil nicht angegeben ist, dass diese Deformation von *Dich. tortrix* Fr. Lw. erzeugt wird.

Digitized by Google

Natur nach stets in zweierlei Form auftreten, so z. B. die Galle von *Dichelomyia Klugii* Mg. (= *pulvini* Kffr.) nicht als verschiedene Gallbildungen gerechnet werden. Man kennt, um ein Beispiel anzuführen, von 23 Blütengallen auch die Erzeuger. Von diesen Mücken bringen aber 8 in der Regel andere Deformationen hervor, weshalb sie nicht hier, sondern bei jenen andern Gallen zu berechnen sind. Es bleiben daher für diese 23 Blütengallen 15 Erzeuger, von denen aber noch *Dichelomyia rhaphanistri* Kffr. (= *Dich. brassicae* Wtz.) abzuziehen ist, wodurch die wirkliche Anzahl der hier zählenden Gallenbildner auf 14 reduziert wird.

In der Tabelle bezeichnet die erste Zahl jedesmal die Anzahl der Deformationen, die zweite in Klammern gesetzte hingegen die Anzahl der Mücken, welche vorzugsweise die betreffende Gallbildung hervorrufen.

In den nachstehenden Tabellen nicht aufgeführt sind die 8 als mykophag bekannten Gallmücken, die zum Genus *Mycodiplosis* gehören. Hierzu kommen noch ungefähr 80 Arten (*Epidosis*-Gruppe, Lestreminen und Heteropezinen), die an faulenden Pflanzenstoffen leben. Als zoophag sind im ganzen ca. 50 Arten bekannt, nämlich *9 Bremia*-, *8 Arthrocnodax*- und über *30 Lestodiplosis*-Arten.

In abgerundeten Zahlen ergiebt sich daher das folgende Verhältnis:

I.		II.
Phytophage Arten		Zoophage Arten
1. Mit Gallbildung.	2. Ohne Gallbildung.	
290	150	50

d. h. es sind ca. 490 Arten beschrieben, deren Lebensweise bekannt ist. Die vielen beschriebenen Arten, deren Lebensweise nicht ermittelt worden ist, hier anzuführen, hat keinen Zweck.

Außer den angeführten (330) Gallbildungen, sind natürlich noch eine ziemlich große Anzahl solcher Cecidien bekannt, die von Gallmücken erzeugt werden, ohne dass es bisher gelungen ist, die Imagines zu züchten und in jedem Jahre lernen wir neue Gallen und Gallmücken kennen.

Durch die Kenntnis neuer Gallmücken werden die hier gegebenen Tabellen natürlich ein anderes Aussehen bekommen, im Wesentlichen möchte jedoch das Bild dasselbe bleiben.

Es erübrigt nun, noch zum Schlusse die Feinde der Cecidomyiden zu erwähnen. Wie bei anderen Insekten, so sind auch bei den Cecidomyiden die Schlupfwespen in erster Reihe zu nennen. Gar nicht selten findet man z. B. in Cecidomyiden-Larven die zangenartigen ersten Larvenstadien von *Platygaster* oder in den Gallen ektoparasitische

Digitized by Google

Uebersichtliche Zusammenstellung der auf lebendige Pflanzen angewiesenen Gallmücken.

I. Mit Gallbildung.

Cecidomyiden-Gattung	Frucht	Blüte	Blütenstand	Triebspitze	Stengel oder Zwing	Blattkräuselung	Blattrollen	Blattfalten	Andere Blattgallen	Summa
Clinorhyncha	4 (4)	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (4)
Lasioptera	1 (1)	—	—	—	9 (9)	—	—	—	2 (1)	12 (11)
Arnoldia	—	—	—	1 (1)	—	—	—	—	2 (3)	4 (4)
Macrolabis	—	—	—	2 (2)	—	1 (1)	2 (2)	1 (1)	—	6 (6)
Dichelomyia	5 (4)	23 (14)	4 (2)	53 (48)	9 (9)	9 (9)	19 (14)	7 (7)	10 (9)	139 (116)
Rhopalomyia	—	1 (0)	8 (4)	7 (7)	1 (1)	—	—	—	5 (3)	22 (15)
Oligotrophus	1 (1)	—	—	7 (7)	8 (8)	—	—	1 (1)	8 (8)	25 (25)
Diplosis	8 (7)	22 (19)	8 (7)	14 (12)	4 (3)	2 (2)	3 (3)	5 (5)	11 (8)	77 (66)
Monarthropalpus	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (1)	1 (1)
Cystiphora	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (3)	3 (3)
Schizomyia	1 (1)	3 (3)	—	—	—	—	—	—	--	4 (4)
Asphondylia	9 (9)	8 (8)	—	10 (10)	—	—	—	—	1 (1)	28 (28)
Dichrona	—	—	—	—	1 (0)	—	—	—	1 (1)	2 (1)
Pseudohormomyia	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (1)	1 (1)
Hormomyia	—	—	—	2 (2)	—	—	—	—	3 (3)	5 (5)
Summa	29 (27)	57 (44)	20 (13)	96 (89)	32 (30)	12 (12)	24 (19)	14 (14)	49 (42)	333 (286)

II. Ohne Gallbildung.

Cecidomyiden-Gattung	Inquilinisch in Gallen	Frucht	Blüte	Blattscheiden [1])	Moos	Harz	Auf Blättern ohne Gallbildung	Summa
Lasioptera	—	—	—	1 [0] [2])	—	—	—	
Arnoldia	1	—	—	—	—	—	—	1
Macrolabis	4	—	1	—	—	—	—	5
Dichelomyia	9	—	4	2	—	—	1	16
Rhopalomyia	—	—	1	—	—	—	—	1
Oligotrophus	—	—	1	7 [6] [3])	—	—	—	7
Cecidomyia	7	2	6	1	—	1	—	17
Thurauia	—			1	—	—	—	1
Coccomorpha	—			1	—	—	—	1
Rhizomyia	—			1 [3])	—	—	—	1
Epidosis [4])	—			3	2	—	—	5
Asynapta [4])	—			1	—	—	—	1
Campylomyza	—			2	4	—	—	6
Summa	21	2	13	18	6	1	1	60

1) Mit dem Studium der hinter Blattscheiden lebenden Cecidomyiden hat man erst seit kurzem begonnen. Das hier gegebene Verzeichnis kann daher nicht annähernd Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es leben noch sehr viele *Epidosis*- und *Campylomyza*-Arten im Larvenstadium hinter Blattscheiden an *Carex*. Ob diese Larven wirklich auf die lebende Pflanze angewiesen sind oder doch mehr sich zersetzenden Stoffen nachgehen oder gar zoophag sind, ist noch nicht erwiesen.

2) *Lasioptera calamagrostidis* Rübs. und *Oligotrophus moliniae* Rübs. erzeugen unter Umständen Stengelgallen und sind dort mitgezählt.

3) Nach Kieffer lebt das Tier am Wurzelstock von *Carex glauca*.

4) Hierin eingeschlossen sind alle später abgezweigten Gattungen wie *Colomyia*, *Iridomyza* etc., so dass mit den Namen *Epidosis* und *Asynepta* die ganze *Epidosis*-Gruppe bezeichnet ist.

Digitized by Google

Hymenopteren-Larven, während von den Gallenerzeugern dann meist nur welke Häute zurückgeblieben sind. Findet man in Gallen, deren Erzeuger zur Verwandlung in die Erde gehen, den größeren Teil der Gallen leer und nur in der einen oder andern noch einige Larven, so kann man meist sicher sein, dass diese Larven mit Parasiten besetzt sind. Am häufigsten findet man Pteromaliden-, seltener Braconiden- oder gar Ichneumoniden-Larven als Parasiten der Gallmücken. Eigentümlich ist es, dass bei vielen Cecidomyiden-Larven, die mit Parasiten besetzt sind, Tönnchenbildung, ähnlich wie bei gewissen *Oligotrophus*-Arten, eintritt. Während sie aber bei diesen eine Hülle für die in ihnen sitzenden *Oligotrophus*-Larven abgeben, sind sie bei jenen eine schützende Hülle für den Parasiten.

Von den andere Gallmückenlarven aussaugenden *Lestodiplosis*-Larven war schon früher die Rede.

In einem einzigen Falle habe ich beobachtet, dass auch eine Käferart, *Scymus ater*, Gallmückenlarven angriff. Auf einem Hopfenblatte unter Milben (*Tetranychus*), bemerkte ich Cecidomyiden-Larven, die sich von diesen Milben nährten. Auch von dem vorher erwähnten Käfer befanden sich einige Exemplare auf diesem Blatte.

Ich konnte deutlich wahrnehmen, wie einer dieser Käfer eine Gallmückenlarve angriff, und wie die von ihm gepackte Larve sich infolge dieses Angriffes krümmte, vermochte jedoch leider nicht zu konstatieren, ob der Käfer die Larve thatsächlich verzehrte, da infolge einer ungeschickten Bewegung meinerseits das zurückgebogene Blatt emporschnellte und der so gestörte Käfer von seinem Angriffe abließ.

Von niedern Tieren werden die Cecidomyiden von Anguilluliden zuweilen sehr belästigt und der ganze Darm der Mücke ist dann oft mit Würmern angefüllt.

Leuckart hat *Asconemus gibbosum* als eine in Cecidomyiden schmarotzende Nematode festgestellt. Wahrscheinlich schmarotzen aber auch noch andere Nematoden in Gallmücken.

Kieffer hat Aelchen bei Vertretern der *Epidosis*- und *Campylomyza*-Gruppe festgestellt. In Wirklichkeit möchten, obgleich wenig beobachtet, mit Aelchen besetzte Cecidomyiden gar nicht so selten sein.

Die im Larvenstadium in Gallen überwinternden Cecidomyiden werden oft von Vögeln verzehrt. So findet man z. B. die Rinde an den an *Salix* erzeugten Zweigschwellungen von *Dichelomyia saliciperda* oft ganz herabgerissen und die Larven aus ihren Kammern herausgepickt. Auch die Knospengallen an *Salix* werden von Vögeln, vorzugsweise Meisen, heimgesucht. Die kleinen Polizisten erkennen mit sicherem Blicke, ob eine Knospe gesund oder krank ist.

Digitized by Google

Ueber einige Verbesserungen im System der Arthrozoen.

Von J. E. W. Ihle in Bussum (Holland).

II. Ueber die systematische Stellung der Pentastomen[1]).

Das heutige allgemein giltige System der Arthrozoen entspricht meines Erachtens durchaus nicht dem jetzigen Standpunkt unsrer Kenntnisse. Noch immer werden Gruppen, welche gar keine nähere Verwandtschaft mit einander besitzen, zu höheren Kategorien im System vereinigt, und an erster Stelle scheinen die Autoren zoologischer Lehrbücher sich zu fürchten, sich von den üblichen Einteilungen zu entfernen. So werden z. B. die Anneliden noch fast immer zu den Coelhelminthen gestellt, die Merostomen werden als echte Crustaceen betrachtet u. s. w. Auf gleiche Weise werden die Pentastomen, Pantopoden und Tardigraden noch immer den Arachnoideen angeschlossen, gleich als wenn diese Tiere so sicher zu letzteren gehörten wie die Araneen oder Acarinen.

Ich werde nun zu zeigen versuchen, dass die Pentastomen keine Verwandte der Arachnoideen sind und durchaus nicht mit ihnen in phylogenetischem Zusammenhang stehen, wie ich dies schon früher für die Pantopoden versucht habe; ich werde also hintereinander die verschiedenen Organensysteme der Pentastomen betrachten, welche uns Auskunft geben können über ihre Verwandtschaftsverhältnisse.

Zweifelsohne gehören die Pentastomen zu den Arthropoden; denn wir können die 2 Podienpaare ihrer Larve ohne Zaudern als zweigliedrig betrachten. Die Krallen der Podienpaare sind vom Stützapparat unabhängig, sodass wir die Kralle als Endglied, das den Stützapparat enthaltende Glied als Basalglied betrachten können (Stiles). Das Basalglied selbst ist eingliedrig, und die Abbildungen der Larve von *Pentastomum taenioides*, welche man in einigen Büchern findet (z. B. G. von Hayek, Handbuch der Zoologie, II, Fig. 1093), und welche das Basalglied zweigliedrig darstellen, sind nicht richtig. — Das erwachsene Tier verliert, wie bekannt, die Fußstummeln der Larve, besitzt aber 2 Paare Haken, welche von Rudolf Leuckart als zweigliedrige Beine betrachtet wurden (R. Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen, Leipzig u. Heidelberg, 1860, S. 38). Dieselben werden noch jetzt vielfach als solche betrachtet, und bald den 2 hinteren, bald den 2 vorderen Gehfußpaaren der Arachnoideen verglichen. E. Korschelt bemerkt aber: „Ebensowenig sind die Haken als Extremitäten anzusehen, wie aus ihrer Entstehung vor dem Munde und in Einsenkungen hervorgeht“ (E. Korschelt und K. Heider,

1) Von diesen Aufsätzen erschien der erste ohne obigen allgemeinen Titel im „Biologischen Centralblatt“, Bd. XVIII, 1898, S. 603 unter der Ueberschrift: „Ueber die Phylogenie und systematische Stellung der Pantopoden“.

Digitized by Google

Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, Spec. Teil, Heft II, 1891, S. 651). — Die erwachsenen Pentastomen besitzen bekanntlich keine Mundgliedmaßen; die Embryonen aber besitzen am Vorderende des Leibes einen dolchartigen Stachel und daneben zwei Chitinstäbchen, von welchen jedes mit zwei Spitzen bewaffnet ist. Leuckart verglich dieses ganz selbständige Gebilde mit den Mundteilen der Milben und sagte: „Ich trage kein Bedenken, die Chitingebilde als Mundteile in Anspruch zu nehmen, und namentlich den mittleren Stachel als ein der sog. Unterlippe (Maxillarlade) der Milben analoges Gebilde zu bezeichnen. Die zunächst anliegenden seitlichen Spitzen, die nach hinten eine stielförmige Verlängerung zeigen und sich damit an die Wurzel der Unterlippe anlehnen, dürften vielleicht als Maxillartaster, die übrigen Spitzen als rudimentäre Kiefer betrachtet werden" (a. a. O. S. 114). Stiles bemerkt aber, dass in Folge der Lage und Entstehung dieser Gebilde vor dem Munde eine solche Vergleichung nicht gestattet ist.

Wir sehen also, dass die Pentastomen als Larven nur 2 Paar Extremitäten besitzen, und dass weder die Haken der erwachsenen Tiere, noch die Mundwerkzeuge der Larven als Gliedmaßen betrachtet werden können. Durch den Besitz von 2 Paar Extremitäten entfernen die Pentastomen sich nun gänzlich von den Arachnoideen, denn diese letzteren besitzen immer 6 Gliedmaßen-Paare, wenn auch in wenigen Fällen (*Phytoptus*) einige Paare sehr klein und stummelartig werden können. Unter den Arachnoideen ist also kein Fall bekannt, dass die Gliedmaßen bis auf 2 Paare reduziert sind. Der Besitz von 2 Paaren Extremitäten macht es nun nicht direkt unmöglich, dass die Pentastomen Verwandte sind der Arachnoideen, aber derselbe giebt dieser Vermutung auch durchaus keine Stütze.

Die Pentastomen stimmen mit den Arachnoideen darin überein, dass beiden Tiergruppen die Antennen abgehen, denn die Spitzen auf den Tastpapillen am Vorderende des Leibes der Pentastomen, welche als solche gedeutet wurden (Leuckart a. a. O. S. 35), sind gewiss gänzlich andere Gebilde und sind außerdem im Mehrzahl vorhanden; aber wir werden selbstverständlich einem negativen Merkmal niemals großen Wert beilegen können. — In der äußeren Erscheinung, in ihren Mundwerkzeugen und Extremitäten bieten die Pentastomen also keine Anknüpfungspunkte mit den Arachnoideen und also auch nicht mit den Acarinen-Larven, mit welchen man die Embryonen der Pentastomen oft verglichen hat. Die äußere Aehnlichkeit zwischen erwachsenen Pentastomen und den langgestreckten Milbenformen mit bisweilen reduzierter Gliedmaßenzahl, wie *Phytoptus* oder *Demodex*, ist ebenso nur eine auf Konvergenz beruhende und hat keinen tieferen morphologischen Wert, da diese Tiere sich in den wichtigeren Merkmalen gänzlich von einander entfernen.

Digitized by Google

Die übrigen Organensysteme der Pentastomen lehren uns sehr wenig über ihre Verwandtschaft, und im Großen und Ganzen deuten dieselben auf die Zugehörigkeit der Pentastomen zu den Arthrozoen hin, aber keineswegs auf eine Verwandtschaft mit den Arachnoideen. — Das Nervensystem der Pentastomen besteht aus einem Schlundring, welcher keine supra-oesophageale Anschwellung zeigt, aber ein sehr großes unter dem Schlund gelegenes Ganglion besitzt. Da dieses Ganglion mehrere Nervenpaare entsendet, ist es phylogenetisch zweifelsohne aus einer Reihe Bauchganglien entstanden, sodass wir sehen können, dass die Vorfahren der Pentastomen Tiere waren, welche eine deutliche innere Gliederung besaßen. Bei den Milben finden wir einen ähnlichen Bau des Nervensystems, aber eine Verschmelzung mehrerer Ganglienknoten ist in den verschiedensten Gruppen der Gliedertiere beobachtet, so dass wir dieselbe nicht für eine Verwandtschaft beider Gruppen verwerten können, denn diese Erscheinung tritt immer auf, wo eine Reduzierung der Gliederzahl stattfindet. — Auch der Darm besitzt keine eigentümlichen Eigenschaften, auf welche man eine Vereinigung der Pentastomen und Arachnoideen würde gründen können. Atmungsorgane und Blutgefäßsystem fehlen, ebenso leider wie die fast immer taxonomisch sehr wichtigen Exkretionsorgane, eine Erscheinung, welche bei den echten Arachnoideen nur selten auftritt. — Durch ihre quergestreiften Muskeln zeigen die Pentastomen nur ihre Arthropoden-Natur. — Ihre Geschlechtsorgane sind unpaar und besitzen eine charakteristische Bildung; das weibliche Geschlecht besitzt vorn umgebogene, hinten mündende, sehr lange Ausfuhrgänge. Die männliche Geschlechtsöffnung mündet hinter dem Munde. Durch diese Merkmale entfernen sie sich von den typischen Arachnoideen, welche paarige Geschlechtsdrüsen und eine an der Basis des Abdomens mündende Geschlechtsöffnung besitzen. Diese Eigentümlichkeiten besitzen aber keinen großen taxonomischen Wert, da die Lage der weiblichen Geschlechtsöffnung am hinteren Körperende vielleicht, wie Leuckart behauptet, keine ursprüngliche, sondern erst durch sekundäre Vergrößerung der mittleren Körperpartien entstanden sei, und da die Geschlechtsdrüsen nach Hoyle vielleicht ursprünglich paarig gewesen seien (cf. Korschelt u. Heider a. a. O. S. 649, 650). Wenn die Beobachtungen von Hoyle richtig sind, bleibt doch immer in Bezug auf die Geschlechtsorgane eine Abweichung von den Arachnoideen bestehen. — Die Pentastomen entwickeln sich nach den Angaben Leuckart's ohne Primitivstreif (Leuckart a. a. O. S. 147), worin die Arachnoideen sich anders verhalten.

Wir haben jetzt die Organisation der Pentastomen betrachtet, und wir haben gesehen, dass diese Tiere kein einziges wichtiges oder unwichtiges Merkmal mit den Arachnoideen gemeinschaftlich haben. Wir haben gesehen, dass die Vergleichung der Larven der Pentastomen

Digitized by Google

und Acarinen ganz verfehlt ist, da erstere weder in innerer Organisation, noch in Mundwerkzeugen oder anderen Extremitäten sich letzteren nähern. Also wird es unabweislich sein und ganz und gar den Forderungen der Wissenschaft entsprechend, wenn wir die Pentastomen gänzlich von den Arachnoideen trennen und dieselben als eine selbständige Klasse im System aufführen.

Bekanntlich ist es vornehmlich R. Leuckart gewesen, welcher die Stellung der Pentastomen in der Gruppe der Arachnoideen verteidigt hat, und da dieser Forscher unstreitig einer der ausgezeichnetsten Kenner der Pentastomen war, haben die meisten übrigen Zoologen sich ihm angeschlossen. Wenn wir aber in seinem grundlegenden schon oben genannten Buche das Kapitel „Zur Systematik der Pentastomen" (S. 147—149) lesen, so sehen wir, dass er sich teils auf unrichtige Homologien (z. B. die Homologisierung der Mundteile von Pentastomen-Larven und Milben) stützt, und weiter, dass er von dem Gedanken ausgegangen ist, dass die Pentastomen einer der bestehenden Klassen der Arachnoideen angeschlossen werden müssten. Er betont denn auch hauptsächlich die Eigenschaften, welche sich nicht direkt gegen die Vereinigung beider Gruppen sträuben, aber Merkmale, welche eine Vereinigung fordern, giebt er gar nicht. Wenn man aber vorurteilslos beide Gruppen mit einander vergleicht, so ergiebt sich, dass die Pentastomen den Arachnoideen nicht zwanglos angeschlossen werden können, und dass keine der anderen bestehenden Klassen der Arthrozoen die Pentastomen aufnehmen kann; also ist es offenbar vorzuziehen, diese Tiere als eine selbständige Klasse zu betrachten.

Es wird vielleicht interessant sein, wenn wir eine kurze Darstellung geben von den Wanderungen, welche die Gruppe der Pentastomen im System durchgemacht hat. Bis zum Jahre 1860 werde ich Leuckart's geschichtlicher Einleitung (a. a. O. S. 1—13) folgen. Chabert entdeckte 1787 *Pentastomum taenoides*, bezeichnete dasselbe aber als Cestoden, und nannte es *Taenia lanceolata*. A. von Humboldt betrachtete eine von ihm entdeckte Art anfangs als einen *Echinorrhynchus*, später als ein *Distomum*, und schließlich nannte er dasselbe *Porocephalus*. Rudolphi und Zeder stellten *Pentastomum* zu den Trematoden in der Nähe von *Polystomum*, und Cuvier und von Nordmann zu den Nematoden, indem Mehlis für *Pentastomum* eine besondere Entozoen-Gruppe gründen wollte. Van Beneden war nun der erste, welche die Zugehörigkeit der Pentastomen zu den Würmern bestritt; er erkannte richtig ihre Arthropoden-Natur und stellte sie zu den Crustaceen in der Gruppe der parasitischen Entomostraken. Leuckart bezeichnete 1860 die Pentastomen, wie bereits erwähnt, als zugehörig zu den Arachnoideen und stellte sie als eine eigene Familie in die Ordnung der Acarinen (a. a. O. S. 148, 149). — Bald aber wurde es deutlich, dass eine Vereinigung der Acarinen und

Digitized by Google

Pentastomen in einer Ordnung nicht richtig war wegen der sehr großen Differenzen beider Gruppen, und bis jetzt werden die Pentastomen fast immer als eine selbständige Ordnung der Arachnoideen betrachtet und vielfach hinter die Ordnung der Acarinen und mit den Tardigraden und Pantopoden ans Hinterende der Klasse gestellt (R. Hertwig, W. Kükenthal, T. H. Huxley, P. Harting, A. Fleischmann, E. Selenka, W. Haacke u. a.). Viele Autoren aber (z. B. C. Claus, L. K. Schmarda, G. von Hayek, E. Yung, B. Rawitz, H. Trautsch, das sehr mangelhafte Breitenstein'sche Repetitorium der Zoologie u. s. w.) stellen die Pentastomen mit den Milben und Tardigraden an den Anfang der Spinnentiere.

Dieses Verfahren ist aber gänzlich verfehlt, denn es ist doch offenbar einleuchtend, dass die Pentastomen, Milben u. s. w. durchaus keine Tiere ursprünglicher Organisation sind, und dass sie sich viel weiter von der Grundform der Arthrozoen entfernt haben als z. B. die Solpugen oder Skorpione. Wir sind also durchaus nicht berechtigt, die Pentastomen an den Anfang der Arachnoideen zu stellen. Dieses letztere giebt uns schon wieder ein schönes Beispiel der Dürftigkeit der zoologischen Systeme in übrigens sehr guten Lehrbüchern [1]). Einige Forscher aber betonen die abweichenden Charaktere der Pentastomen. So lesen wir z. B. bei E. Korschelt: „Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass für die Ableitung der Pentastomen von den Arachnoideen ein bestimmter Anhalt nicht vorliegt, und man könnte *Pentastomum* mit beinahe ebenso viel Recht von anderen Gruppen der Arthropoden herleiten" (Korschelt u. Heider a. a. O. S. 652). — Es hat aber auch Autoren gegeben (G. Haller, A. C. Oudemans), welche die Pentastomen zu den Acarinen stellten und diese ganze Gruppe von den Spinntieren trennten. Mit dieser Auffassung brauchen wir uns aber nicht zu beschäftigen, da sie niemals in weiteren Kreisen acceptiert ist.

Wenn ich nicht irre, ist Haeckel der einzige Autor gewesen, der die Pentastomen von den Arachnoideen trennte. Er stellt dieselben in seiner „Systematischen Phylogenie" (Bd. II, 1896) zu den Chaetopoden und vereinigt sie mit den *Myzostomia* und *Arctisconia s. Tardigrada* in eine Klasse, die *Stelechopoda*, und sagt (a. a. O. S. 643): „Die

1) So sehen wir z. B. auch im neuen „Lehrbuch der Zoologie" (1896–98) von A. Fleischmann, dass die Reihenfolge der Gruppen eine sehr willkürliche ist. In der Klasse der Fische z. B. werden als Unterklassen hinter einander genannt: *Selachii*, *Teleostei*, *Ganoidei*, *Dipnoi*, *Cyclostomata*, *Leptocardii*. Fleischmann wird doch wahrscheinlich nicht behaupten, dass *Amphioxus* keine sehr ursprüngliche Gruppe ist. Außerdem betrachtet er *Amphioxus* offenbar als einen echten Fisch. Steht diese Auffassung vielleicht mit seiner Verwerfung der Descendenztheorie in Beziehung? (cf. das sehr schwache Kapitel „Die Stammesgeschichte der Tierwelt" a. a. O., Spezieller Teil, S. 362–389).

Digitized by Google

herrschende Vermutung, dass diese Zungenwürmer zu den Arachniden gehören, ist unbegründet; wir halten sie für rückgebildete Chaetopoden". Ich glaube nun nicht, dass diese Ansicht richtig ist, da ich die Extremitäten der Pentastomen-Larven als echte gegliederte Füße betrachte und nicht als Parapodien. Die Vereinigung der Myzostomen und Tardigraden ist vielleicht richtig. Jedenfalls besitzen letztere Tiere durchaus keine Verwandtschaft mit den Arachnoideen, wie man fast immer in den zoologischen Lehrbüchern liest[1]). Viele Forscher der Neuzeit aber betonen ihre isolierte Stellung wie z. B. E. Haeckel, E. Korschelt, L. Plate, A. C. Oudemans. — Wenn wir also die Pentastomen, Tardigraden und Pantopoden (cf. meinen schon genannten Aufsatz über diese Tiere) aus der Nähe der Arachnoideen entfernen, entsteht eine durchaus natürliche Gruppe, welche durch den Besitz von 6 Extremitätenpaaren, das Fehlen der Antennen, den Besitz eines Cephalothorax u. s. w. charakterisiert ist. — Es giebt nun aber Forscher, welche es für gefährlich und übereilt achten, Aenderungen im altherkömmlichen System anzubringen, und welche ziemlich zähe an den alten Einteilungen festhalten; ich möchte aber darauf hinweisen, dass es viel vorsichtiger ist, kleine Gruppen, welche zu den größeren eine mehr als zweifelhafte Verwandtschaft besitzen, von denselben zu trennen, als sie mit ihnen zu vereinigen, denn das erste Verfahren stützt sich meistens auf viel festere Gründe (conf. Biol. Centralblatt, Bd. XVIII, S. 607). Wenn ich also diese Aenderung im System vorschlage, glaube ich, dass dieselbe das Annehmen von Hypothesen und gewagten Vermutungen durchaus nicht fordert, während die alte Ansicht dies wohl thut. Ich halte meine Einteilung also für vorsichtiger und mehr dem heutigen Standpunkt unsres Wissens entsprechend.

Wenn wir uns jetzt zu der Frage nach den Vorfahren der Pentastomen wenden, sehen wir, dass dieselbe eine sehr schwierige ist. Die meisten Forscher nehmen an, dass die Pentastomen stark rückgebildete Milben seien, und sehen in *Phytoptus* und *Demodex* Formen, welche von letzteren zu ersteren hinleiten (cf. Leuckart a. a. O. S. 149). Wir können aber nicht annehmen, dass diese Anschauung richtig ist, weil wir eine Verwandtschaft zwischen Pentastomen und Arachnoideen leugnen. — Jedenfalls glaube ich, dass wir die Pentastomen als Tracheaten zu betrachten haben, welche wegen ihrer parasitischen Lebensweise ihre Tracheen, Gliedmaßen und Gliederung des Leibes verloren haben; eine Erscheinung, welche mehrfach in dieser Gruppe auftritt (Milben, parasitische Crustaceen); denn an die zwei anderen Subphylen der Arthrozoen, *Annelides* und *Crustacea*, können wir sie durchaus nicht anschließen. Am wahrscheinlichsten

1) Ich hoffe die Tardigraden später noch in Betracht zu ziehen und ihre Stellung in der Gruppe der Anneliden zu erörtern.

Digitized by Google

dünkt mir nun die Ansicht, dass die Vorfahren der Tracheaten mehrere Paare wohlgegliederter Extremitäten und Tracheen besaßen, und dass diese Tiere also einen Uebergang zwischen *Peripatus*-ähnlichen Organismen und Myriopoden bildeten. Wir würden dieselben mit Haeckel *Prochilopoda* nennen können (cf. Haeckel a. a. O. S. 667, 671). Ich glaube nun, dass die verschiedenen Tracheaten-Klassen sich von einer derartigen Tiergruppe selbständig und unabhängig von einander abgezweigt haben. — Das System der Tracheaten gestaltet sich nun wie folgt: I. *Protracheata*. II. *Myriopoda*. III. *Pantopoda*. IV. *Insecta*. V. *Arachnoidea* (*Tardigradis exceptis*). VI. *Pentastomida*. Wir sehen in dieser Reihenfolge, dass die Tiere sich stufenweise mehr und mehr von den Protracheaten entfernen, und dass die Extremitäten- und Glieder-Zahl von der ersten bis zur letzten Gruppe immer abnimmt.

Ich möchte mir jetzt noch eine Bemerkung erlauben, welche mit unserer Betrachtung nicht in direkter Beziehung steht, nämlich über den Namen „Pentastomen". Vielfach erhält die ganze Gruppe den Namen „Linguatuliden", indem die einzige Gattung „*Pentastomum*" genannt wird. Dieses Verfahren ist aber nicht zu empfehlen; wir können nämlich einer ganzen Gruppe nicht den Namen eines Subgenus geben, denn der Name *Linguatula* ist von Leuckart als Subgenus gebraucht. Und da Leuckart immer die Namen *Pentastomida* und *Pentastomum* gebraucht, müssen wir ihm folgen, denn er war doch zeitlebens der ausgezeichnetste Kenner der Pentastomen und die angesehenste Autorität auf diesem Gebiet, obwohl wir auch Stiles sehr wertvolle Untersuchungen verdanken. Obwohl der Name *Linguatula* älter ist, werden wir also doch immer die Namen *Pentastomum* und *Pentastomida* zu gebrauchen haben, denn letztere besitzen außerdem vor jenem den Vorzug, dass sie mehr zutreffend sind und auf alle Species übertragen werden können (*πεντάστομος* = mit 5 Munden, wegen der Anwesenheit von 5 Oeffnungen am Vorderende, nämlich Mund und 2 Paar Hakentaschen. cf. Leuckart a. a. O., S. 2, Anmerkung 2).

Wir sind jetzt am Ende unsrer Betrachtungen angelangt, und wenn wir nun den Inhalt dieses Aufsatzes kurz zusammenfassen, so ist unser Ergebnis, wie folgt: Die Pentastomen besitzen durchaus keine Verwandtschaft mit den Arachnoideen, müssen aber ebenso wie die Pantopoden als eine besondere Klasse des Subphyllums der Tracheaten betrachtet werden. Schließlich haben die Pentastomen sich gleich wie die anderen Tracheaten-Klassen selbständig von ihren gemeinschaftlichen Vorfahren abgetrennt, den Prochilopoden, welche eine Uebergangsform von Protracheaten zu Myriopoden bildeten.

Bussum (Holland), 24. Juli 1899. [82]

Digitized by Google

Note sulla Morfologia dei Gasteropodi Tectibranchi

del Dott. G. Mazzarelli,
Privatodocente di Zoologia e di Anatomia comparata nella R. Università di Napoli.

(II. Stück. Fortsetzung von S. 504 dieses Bandes.)

IV. Morfologia dell' apparato riproduttore.

L'apparato riproduttore dei Tectibranchi, non ostante che Rémy Perrier lo dichiari molto semplice [1]), specialmente, egli dice, quello delle Aplisie (!), non è ancora interamente ben noto, onde pochi anni or sono il Köhler, nel suo pregevole lavoro sulla *Siphonaria*, ebbe a dire che „wir, trotz der schönen Untersuchungen von Mazzarelli und anderen, den Geschlechtsapparat bei zu wenigen Formen genau genug kennen". Ad ogni modo ciò che si conosce attualmente sulla morfologia di quest' apparato devesi particolarmente alle mie ricerche e, soltanto per alcuni tipi, a quelle del Bouvier e del Pelseneer insieme (*Actaeon*), o del Pelseneer soltanto (*Tylodina*). Delle mie ricerche si sono valsi infatti il Köhler [4], il Pelseneer [13], il Lang [5], R. Perrier [15] e recentemente anche Rudolph Bergh [2] e il Vayssière [19].

Per lo passato, tranne le poche notizie date dal Vayssière sulla conformazione grossolana dell' apparato riproduttore delle Bulle [17], non si avevano che quelle del tutto incomplete, e ad ogni modo scarsissime, riportate da Autori antichi, quali il Cuvier, il Delle Chiaje, il Meckel, il Leue, più alcune osservazioni preliminari del Robert sulle Aplisie, che non sono mai state completate.

Dall' insieme delle mie osservazioni sulla Morfologia dell' apparato riproduttore dei Tectibranchi (e specialmente dei generi *Aplysia*, *Acera*, *Tylodinella*, *Pelta*, *Pleurobranchaea*, *Oscanius* e anche *Philine*, *Bulla*, *Haminea*, *Gastropteron*, *Actaeon*) risulta quanto segue:

1. L'apparato riproduttore dei Tectibranchi si presenta sotto due tipi: monaulo e diaulo. È monaulo, cioè provveduto di un solo condotto sessuale per gli elementi maschili e femminili, nelle *Bullidae*, *Scaphandridae*, *Philinidae*, *Doridiidae*, *Gastropteridae*, *Aceridae*, *Aplysiidae*, *Umbrellidae* e *Peltidae*. È diaulo, cioè fornito di due condotti, maschile e femminile, distinti (ovidutto e deferente), che si distaccano da un unico condotto ermafroditico, nelle *Actaeonidae*, nelle *Pleurobranchidae* e nelle *Tylodinidae*. Nelle forme monaule esiste (tranne nelle *Peltidae*) una doccia genitale dorsale, che permette allo sperma di raggiungere l'organo copulatore.

2. La glandula genitale (glandula ermafroditica) si presenta sotto due tipi distinti: a) con acini che contengono al tempo stesso uova e spermatozoi (Tectibranchi monauli ad eccezione delle *Peltidae*);

1) „La disposition la plus simple est celle que présentent la plupart des Tectibranches (*Bullidés*, *Aplysiidés*), p. 735 (15).

Digitized by Google

b) con acini di cui alcuni contengono solo elementi femminili, e altri contengono solo elementi maschili (Tectibranchi diauli, più le *Peltidae*). La presenza nei Tectibranchi di questo secondo tipo fu da me dimostrata nel 1891 [8], e successivamente confermata dal Pelseneer [13] e dal Bergh [1], quantunque questo Autore ignorasse le mie osservazioni, e riportata anche dal Lang [5] nel suo Trattato[1]).

La glandula genitale della *Pelta* presenta una camera centrale, che contiene solo spermatozoi, nella quale sboccano più acini, che contengono solo uova [10].

Fig. 7.

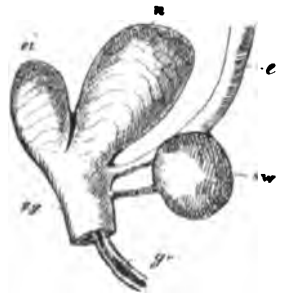


Fig. 7. Schema dell' apparato riproduttore monaulo di un tectibranchio a tipo assai semplice (es. *Gastropteron*).
e = piccolo condotto ermafroditico,
gg = grande condotto ermafroditico,
ei = glandula dell' albume,
n = glandula del nidamento,
sw = vescicola di Swammerdam,
g = doccia genitale.

3. Nel tipo monaulo (fig. 7) l'unico condotto sessuale si differenzia in due porzioni distinte, l'una, rispetto alla glandula genitale, prossimale, l'altra distale. La prima (*e*) presenta le pareti assai sottili, il diametro piccolo e il corso molto tortuoso (piccolo condotto ermafroditico); l'altra ha invece (*g.g*) le pareti spesse, muscolari esternamente e glandulari internamente, il diametro relativamente considerevole e il corso poco o niente tortuoso, e inoltre può essere talora brevissimo e talora eccessivamente lungo (grande condotto ermafroditico). Quest' ultima regione dà origine, per estroflessione, tipicamente a tre diverticoli: due nella sua estremità posteriore, cioè nel punto dove si

1) Il Vayssière [19, S. 233] dice di aver constatato tre volte nei Pleurobranchi la struttura della glandula ermafroditica da me segnalata in questi Tectibranchi (distinzione cioè tra gli acini maschili e femminili), ma che in altri casi il fatto gli è sembrato dubbio, avendo egli trovato degli spermatozoi nell' interno di acini femminili „come si osserva" — egli dice — „normalmente in tutti gli Opistobranchi", e che quindi gli sembrano necessarie nuove osservazioni per risolvere la quistione.

Da parte mia posso assicurare il Vayssière che la disposizione da me dimostrata nel 1891 è costante, e che essa è stata confermata, oltre che dai tre casi da lui osservati, anche dalle ricerche del Pelseneer [13] e da quelle del Bergh [1]. D'altra parte si può benissimo credere di scorgere spermatozoi negli acini femminili o uova nei maschili, quando o le sezioni siano spesse, ovvero, per un difetto di tecnica, si sia lacerata la tenue membranella che separa l'uno dall' altro acino. Infine non credo che ora possa dirsi, che negli Opistobranchi normalmente gli acini della glandula genitale contengano al tempo stesso uova e spermatozoi.

Digitized by Google

continua col piccolo condotto ermafroditico, e l'altro verso la sua estremità anteriore, cioè presso il suo sbocco nella cavità palleale. I primi due diventano due glandule: la glandula dell' albume (*ei*) e la glandula del nidamento (*n*). L'altro si rigonfia a mó di vescicola, differenziandosi nella vescicola propriamente detta e nel suo condotto escretore, e costituisce la vescicola di Swammerdam (*Sw*), le cui pareti glandulari segregano un liquido di reazione acida, che ha l'ufficio di gonfiare e dissolvere il cordoncino spermatico che funziona da spermatoforo, mettendo così in libertà gli spermatozoi[1]). Il tipo monaulo più semplice si riscontra in *Pelta* e *Gastropteron*: il più complicato nelle *Aceridae* e nelle *Aplysiidae*. Queste complicazioni possono ridursi alle seguenti:

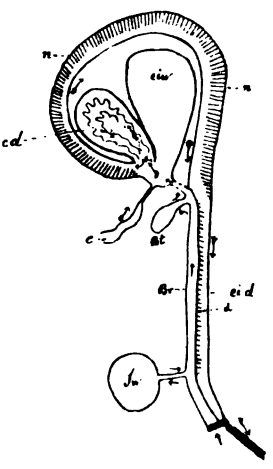
a) il grande condotto ermafroditico può allungarsi gradatamente sino ad abbracciare strettamente le glandule dell' albume e del nidamento e ad avvolgersi a spira intorno ad esse, in modo da nasconderle quasi del tutto. Si forma così la così detta „massa genitale annessa", caratteristica delle *Aceridae* e *Aplysiidae* (fig. 8 e 9);

Fig. 8.

Fig. 8. Apparato riproduttore dell' *Aplysia depilans* L. (senza la glandula genitale e il pene):
m = massa genitale annessa,
Bt = tasca copulatrice,
e = piccolo condotto ermafroditico,
e' = grande condotto ermafroditico,
Sw = vescicola di Swammerdam,
gr = doccia genitale.

Fig. 9. Schema dell' apparato riproduttore di un' *Aplysia*:
e = piccolo condotto ermafroditico,
cd = glandula contornata,
ein = glandola dell' albume,
n = porzione nidamentipara del grande condotto ermafroditico,
ei.d = ovidutto-deferente,
d = glandola del medesimo,
Bt = tasca copulatrice,
Br = doccia copulatrice,
Sw = vescicola di Swammerdam.

Fig. 9.



b) il grande condotto ermafroditico può presentare la sua cavità divisa in due docce, entrambe vibratili, l'una glandulare e l'altra no, l'una per la quale passano le uova e gli spermatozoi, che devono venire emessi, l'altra che vien percorsa, con cammino inverso al precedente, dagli spermatozoi che vanno a fecondare le uova. L'una

1) Per le interessanti funzioni dell' apparato riproduttore delle Aplisie, e per quelle in generale della vescicola di Swammerdam dei Gasteropodi, da me poste in luce, vedi la mia nota pubblicata nel Zool. Anz. del 1890 [6] e la mia memoria del 1891 [9].

Digitized by Google

vien detta „ovidutto deferente“ (*ei.d*), l'altra „doccia copulatrice“ (*Br*). Questa disposizione si verifica in talune Bulloidee, e soprattutto nelle *Aceridae* e *Aplisiidae*;

c) la glandula del nidamento può modificare la sua primitiva funzione e servire soltanto alla formazione di bozzoli ovigeri (cocons). Essa (*c.d*) prende allora il nome di „glandola a gomitolo“ o „contornata“ (Robert). Questo interessante fatto morfologico non potette esser da me dimostrato se non quando mi riuscì di studiare, nello sviluppo post-larvale, lo sviluppo dell'apparato riproduttore di *Aplysia*;

d) nel caso precedente funziona da glandula del nidamento la porzione posteriore del grande condotto ermafroditico (fig. 9, *n*), quella cioè che si avvolge a spira intorno alle glandula dell' albume, entrando così nella costituzione della massa genitale annessa (fig. 8, *m*);

e) oltre alla vescicola di Swammerdam può formarsi, tardivamente nell' ontogenesi (*Aplysia*), una seconda vescicola, a spese sia del grande condotto ermafroditico (es. *Aplysia*), e a maggiore o minore distanza

Fig. 10.

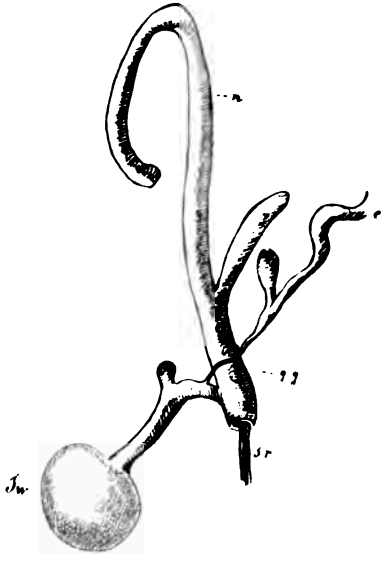


Fig. 11.

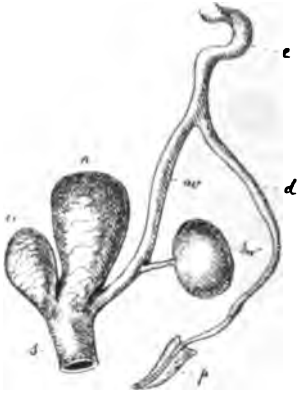


Fig. 10. Apparato riproduttore della *Philine aperta* (senza la glandula genitale e senza il pene):
n = glandola del nidamento; *eiw* = glandola dell' albume; *e* = piccolo condotto ermafroditico; *gg* = grande condotto ermafroditico; *sw* = vescicola di Swammerdam; *Bt* = tasca copulatrice.

Fig. 11. Schema di un apparato riproduttore diaulo:
e = condotto ermafroditico; *d* = deferente; *p* = pene; *ov* = ovidutto; *sw* = vescicola di Swammerdam; *n* = glandola del nidamento; *eiw* = glandola dell' albume; *s* = vagina.

Digitized by Google

dalla vescicola di Swammerdam stessa, sia del condotto escretore della vescicola di Swammerdam (*Philine, Umbrella*). In questa nuova vescicola, detta **tasca copulatrice** (*Bt*), vanno ad accumularsi gli spermatozoi, dopo essersi liberati, nella vescicola di Smammerdam, dal cordoncino vischioso in cui erano prima trattenuti;

f) il pene può esser provveduto di un' appendice prostatica più o meno lunga (es. *Bulla*, *Gastropteron*).

4. Nel tipo diaulo tipicamente si ha (fig. 11) un condotto ermafroditico comune (*e*), che corrisponde in tutto al piccolo condotto ermafroditico del tipo monaulo, il quale si biforca, e da un lato dà origine ad un sottile deferente (*d*), che va a terminare al pene (*p*), e dall' altro ad un ovidutto (*ei*), che termina in una breve vagina (*s*), la quale corrisponde in tutto al grande condotto ermafroditico del tipo monaulo, solo che, a somiglianza di quello delle Bulle, è assai breve.

Fig. 12.

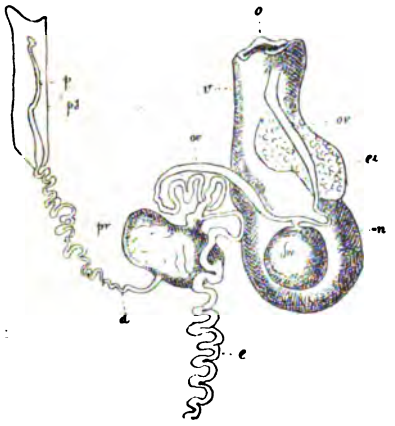


Fig. 13.

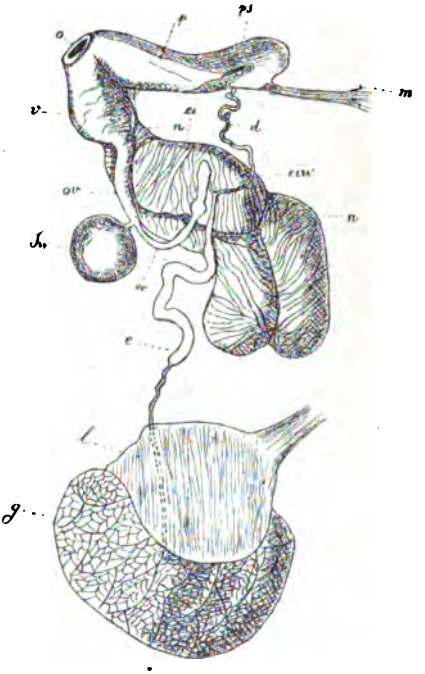


Fig. 12. Apparato riproduttore dell' *Oscanius membranaceus* (senza glandula genitale):
e = condotto ermafroditico; *ov* = ovidutto; *sw* = vescicola di Swammerdam; *n* = glandola del nidamento; *eiw* = glandola dell' albume; *v* = vagina; *o* = orifizio vaginale; *pr* = prostata; *d* = deferente; *ps* = guaina del pene; *p* = pene.

Fig. 13. Apparato riproduttore della *Pleurobranchaea Meckelii* Leue:
g = glandula genitale; *l* = fegato; *m* = muscolo del pene. Le altre lettere come nella figura precedente.

Digitized by Google

Alla vagina, come al grande condotto ermafroditico del tipo monaulo, sono annesse una glandula dell' albume (*eiw*) e una glandula del nidamento (*n*). Esiste una vescicola di Swammerdam, la quale o è annessa all' ovidutto, come nelle *Pleurobranchidae*, ovvero s'inserisce nel punto in cui l'ovidutto si apre nella vagina, come nella *Tylodinella* [1]).

Le complicazioni che si manifestano nel tipo diaulo sono assai lievi. Esse si limitano alle seguenti:

a) comparsa di un sepimento che divide in due la cavità vaginale (es. *Tylodinella*);

b) presenza di una tasca copulatrice (*Oscanius tuberculatus*);

c) presenza di un piccolo cieco e di rigonfiamenti dell' ovidutto, che probabilmente fanno le funzioni di una tasca copulatrice (*Pleurobranchaea*);

d) presenza di una prostata (*Oscanius membranaceus*).

5. Il pene, situato presso l'orifizio femminile nei Tectibranchi diauli, lontano da questo e nella regione del capo nei monauli, si presenta sotto due tipi distinti: a) come un organo cavo estroflettibile come un dito di guanto; b) come un organo solido protrattile. In un sol caso (*Actaeon*), osservato da prima dal Bouvier e dal Pelseneer, esso trovasi costantemente protratto; di solito è ingnainato. È cavo nella *Pleurobranchaea* e nella *Pelta*. È solido in tutti gli altri. In quest' ultimo caso, se si tratta di Tectibranchi monauli, è talvolta (*Doridium*, *Aplysia*) solcato da una doccia ciliata, che può anche mancare del tutto (*Gastropteron*); se si tratta invece di diauli, è per lo più attraversato per tutta la sua lunghezza da un canalicolo, continuazione del deferente, che si apre nel suo apice. Esso può presentare delle punte cheratiniche ad uncinetto, come nel *Notarchus* e nella *Phyllaplysia* (pene armato), ovvero può esserne privo, come nella maggior parte dei casi (pene inerme). Alle volte (*Aplysia depilans*) la guaina del pene presenta delle eminenze fibrose, note sin dal 1761 per opera del Bohadsch, formite di punte cheratiniche.

Il pene si forma (*Aplysia*) come una invaginazione ectodermica, dal fondo della quale sorge poi, comme gemma, l'organo copulatore stesso. È probabile quindi l'opinione dello Schiemenz, secondo la quale il pene sarebbe stato in origine una ventosa [15]. Il pene è di natura pedale, ed è innervato come osservò per la prima volta il Delle Chiaje, da un nervo pedale. Possono però andarvi anche rami di un nervo cerebrale.

1) Non è esatto quanto il Vayssière ha ultimamente asserito [19 p. 227], che cioè io ritenga che nei Pleurobranchi vi sia un orifizio comune per l'uscita del pene e per lo sbocco del condotto femminile. Questa mia osservazione — come risulta assai chiaramente dal mio lavoro in proposito [8], riportato nel trattato di R. Perrier a pag. 736 — si riferiva alla sola *Pleurobranchaea Meckeli*, specie nella quale esiste indubbiamente siffatta conformazione.

Digitized by Google

Le mie ricerche sulla morfologia dell' apparato riproduttore dei Tectibranchi, confermate in tutto per quanto riguardano le *Aplysiidae*, le *Aceridae* e le *Pleurobranchidae* dal Pelseneer [13 e 14] e dal Vayssière [18], non sono riportate dal Lang [5] e da R. Perrier [15] che solo per quanto riguardano le *Pleurobranchidae*. Quanto alle *Peltidae* il Pelseneer asserisce che nella glandula genitale di questi Tectibranchi vi sono „più acini spermatici", mentrè in realtà non ve n'ha che uno solo, o meglio v'ha un' unica camera spermatica, dove si aprono più acini ovarici. Ed infatti egli nelle figure non ne rappresenta che uno solo, che, naturalmente, cambia un pochino di posto a seconda della sezione.

Letteratura.

[1] Rud. Bergh, Opisthobranches des campagnes du yacht „l'Hirondelle", in: Resul. d. camp. scient. accomplies sur son yacht par Albert I prince de Monaco, Fasc. 4e, 1893.

[2] Idem. Die Opisthobranchier der Sammlung Plate, in: Zool. Jahrb., Suppl. IV, 3 H., 1898, p. 491, Note.

[3] L. Bouvier, Observations sur les Gastéropodes Opisthobranches de la famille des Actaeonides, in: Bull. Soc. Phil. Paris, t. V [8]. 1893.

[4] Aug. Köhler, Ueber Gattung *Siphonaria*, in: Zool. Jahrb., Abt. f. An. u. Ont., Bd. VII, 1893.

[5] A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, III. Abt, Jena 1892, S. 811 u. 823.

[6] G. Mazzarelli, Intorno al valore fisiologico della vescicola di Swammerdam delle Aplisie, in: Zool. Anz., 1890.

[7] Idem. Ricerche sulla Morfologia e Fisiologia dell' apparato riproduttore delle Aplisie del Golfo di Napoli, in: Mem. R. Accad. Sc. Napoli [2], Vol. IV, 1891.

[8] Idem. Intorno all' apparato riproduttore di alcuni Tectibranchi, in: Zool. Anz., 1891.

[9] Idem. Monografia delle *Aplysiidae* del Golfo di Napoli. Napoli 1893.

[10] Idem. Ricerche sulle *Peltidae* del Golfo di Napoli, in: Mem. R. Accad. Sc. Napoli [2], vol. VI, 1893.

[11] Idem. Intorno alla *Phyllaplysia Lafonti* P. Fischer, in: Boll. Soc. Nat. Napoli, vol. VII, 1894.

[12] Idem. Contributo alla conoscenza delle *Tylodinidae*, in: Zool. Jahrb., Syst. Abt., Bd. 10, 1897.

[13] P. Pelseneer, Sur quelques points d'organisation des Nudibranches, in: Mem. Soc. R. malac. d. Belg., T, XXVI, 1891.

[14] Idem. Recherches sur divers Opisthobranches, in: Mém. cour. et mém. d. sav. étr. Acad. R. d. Sc. de la Belg., T. 41, 1894.

[15] R. Perrier, Elements d'Anatomie Comparée, Paris 1893, p. 735, 736.

[16] P. Schiemenz, Die Entwicklung der Genitalorgane bei Gastropoden, in: Biol. Centralbl., Bd. VII, 1888.

[17] A. Vayssière, Recherches anatomiques sur les Mollusques de la famille des Bullidés, in: Ann. d. Sc. Nat., t. IX [6], 1880.

[18] Idem. Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mollusques Opisthobranches du Golfe de Marseille. I. Tectibranches, in: Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille Zool., t. II, 1885.

[19] Idem. Monographie de la famille des Pleurobranchides, in: Ann. Sc. N. Z., t. VIII [8], 1898.

Digitized by Google

Schauinsland, Prof. Dr., Drei Monate auf einer Korallen-Insel (Laysan).

104 Seiten. Bremen. Verlag von M. Nössler. 1899.

Das vorliegende Heft giebt uns in anschaulicher Weise ein Bild der Insel Laysan und ihrer Bewohner. Das sonst nur zur Guanogewinnung von einigen Personen bewohnte Eiland ist 3 engl. Meilen lang und $2^1/_2$ engl. Meilen breit, es liegt 800 Seemeilen von Honolulu etwa mitten zwischen Asien und Nordamerika etwas nördlich vom Wendekreise. In der Mitte der Insel befindet sich eine Lagune von 12—15 % Salzgehalt, in welcher außer einer *Artemia* eine Dipterenlarve und 2 Algen leben, die eine, *Chondrocystis schauinslandi* Lemm., gedeiht sogar in gesättigter Lake in auskrystallisierendem Salze. Verfasser geht ausführlich auf die Entstehung und das Alter der Insel ein und beweist, dass die östlichen Hawaiiinseln, also namentlich Hawai selbst, als die geologisch jüngsten anzusehen sind. Nachdem die Fauna der die Insel umgebenden Korallenriffe beschrieben ist, wendet sich der Verf. der Landfauna zu und verbreitet sich namentlich über das Vogelleben und die Beziehungen der auf Laysan vorkommenden Formen zu denen der benachbarten Inseln. Wenn auch durch das umfangreiche Prachtwerk von W. Rothschild „The Avifauna of Laysan and the Neighbouring Islands", London 1893, die Avifauna bereits vollkommen klargelegt war, so giebt doch das vorliegende Werk noch manches Interessante dazu und gewährt uns manchen Einblick in das Liebeswerben und das Benehmen der dort zu Hunderttausenden neben- und übereinander brütenden Seevögel. Mit hohem Interesse folgen wir dem Forscher durch die Nistplätze der Albatrosse, sehen wir, wie auf niederen Büschen der Tölpel *(Sula cyanops)*, in denselben ein Honigsauger *(Himatione freethii)*, unter ihnen ein Tropikvogel *(Phaeton rubricauda* Bodd.*)* und unterirdisch ein Sturmtaucher *(Puffinus nativitatis* Streets*)* seine Heimstätte aufgeschlagen hat. Kein auf der Insel ansässiger Vogel fürchtet den Menschen: sie lassen sich berühren, und auf dem Buche des Forschers sitzend singt ein großschnäbliger Fink sein Lied, der, da es ihm als früherem Körnerfresser hier an Material fehlte, sich meist von den Eiern anderer Vögel nährt! Anschaulich ist die Schilderung des Kampfes ums Dasein, der sich hier in der Auswahl geeigneter Brutplätze kundthut, auch hier herrscht „Wohnungsnot" und „sociales Elend". Wenn hier nur einiges aus dem reichen Stoffe herausgegriffen ist, so zeigt doch schon dies wenige, wie sehr das referierte Werk das Interesse jedes Zoologen namentlich in Hinsicht auf Descendenztheorie und Biologie verdient, wenn ich auch die Schlüsse, welche der Verfasser aus seinen Beobachtungen zieht, nicht immer für ganz zutreffend halten möchte. So wird es kaum der Nahrungsmangel sein, der die Laysan-Vögel zwingt, nur ein einziges Ei zu legen, sondern es ist eine allgemeine Thatsache, dass die Zahl des Geleges selbst bei ein und derselben Art mit der Verbreitung nach wärmeren Zonen abnimmt, die Species erhält sich hier eben auch ohne Produktion zahlreicher Nachkommenschaft, da viel weniger Individuen durch Witterungseinflüsse bezw. in der Zugzeit zu Grunde gehen. [83]

O. Heinroth (Berlin).

Digitized by Google

Franz Friedmann, Ueber die Pigmentbildung in den Schmetterlingsflügeln.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)
in: Archiv für mikrosk. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Bd. 54, Heft 1.

Die vorliegende Arbeit soll die schwierige Frage über die Pigmentbildung in den Schmetterlingsflügeln ihrer Lösung näher bringen und bildet gleichzeitig eine Nachprüfung der eingehenden mikroskopischen Untersuchungen A. G. Mayer's, einer Arbeit, die der Verfasser indessen offenbar nicht ganz richtig verstanden zu haben scheint. „Nach Mayer soll", schreibt Friedmann, „— so z. B. bei *Danais plexippus* — in jede Schuppe, nachdem sich das Protoplasma aus ihr zurückgezogen hat, eine einzelne Blutzelle (Leukocyt) eindringen, in der Schuppe degenerieren und zerfallen und so mittelbar d. h. mit Hilfe chemischer Umsetzungen die Färbung der Schuppe hervorrufen". Auf Grund dieser Interpretation der Mayer'schen Ansicht nimmt Friedmann an, dass Mayer der Meinung sei, die Färbung der Schuppen werde durch den Zerfall der eindringenden Leukocyten hervorgerufen, eine Ansicht, die seine eigenen Untersuchungen als unrichtig erweisen.

So gerechtfertigt dieser Widerspruch Friedmann's gegen die von ihm angeführte Mayer'sche Ansicht ist, so wenig verständlich ist es mir, wie aus der Mayer'schen Arbeit eine derartige Anschauung gefolgert werden kann. Mayer schreibt p. 221: It should be noted that at this stage in *Danais plexippus* a single Leucocyte enters each of the scales situated either upon the nervures or near the outer edges of the wings. These leucocyte bearing scales are about twice as large as the ordinary wing scales, which are situated between the nervures; the latter indeed, are far too small to admitt the introduction of leucocytes und p. 224: It is interesting to note that the leucocytes enter only the large scales, those upon the nervures and upon the edges of the wing and it is remarkable that only a single leucocyte enters each of these. — At first I thought that the entrance of the leucocytes into the scales might be related te the fact that the scales which lie upon the nervures and at the edges of the wings are always the last to acquire their mature color; but this is not so, for in *Callosamia promethea* the scales that are found upon the nervures are not any larger than those that lie between them, all being far too small to admit the entrance of leucocytes; and yet in this case also the scales upon the nervures and at the edges of the wing are the last to acquire their mature colors. The entrance of the leucocyte seems therefore to have nothing whatever to do with the pigmentation of the scale.

Ich meine, A. G. Mayer sagt hierin ganz deutlich und klar, dass 1. nur in einzelne Schuppen von *Danais plexippus* Leukocyten eindringen, dass 2. eine ähnliche Erscheinung nicht bei allen Schmetterlingen beobachtet wird, dass z. B. die Schuppen von *Callosamia promethea* zu klein sind, um den Eintritt von Leukocyten zu ermöglichen, und dass 3. der Eintritt von Leukocyten ohne Bedeutung ist für die Färbung der Schuppen.

A. G. Mayer führt, wie ich an dieser Stelle schon einmal ausführlich besprochen habe (Bd. 18 Nr. 6), die Pigmentbildung in den Schmetterlingsflügeln auf ganz andere Ursachen zurück, die in der Friedmann'schen Arbeit indessen keine Erwähnung finden. Mayer nimmt an, dass

Digitized by Google

sämtliche Schuppenfarben auf chemische Umwandlungen der Blutflüssigkeit, welche die Schuppen zu einer bestimmten Zeit ihrer Entwicklung erfüllt, d. h. auf Gerinnungserscheinungen zurückzuführen seien. Auch nach Friedmann ist das Blut ursprünglich der Träger des Schuppenpigments. Während Mayer indessen die Ansicht vertritt, die Bildung der Farbstoffe vollziehe sich erst innerhalb der Schuppen selbst, behauptet Friedmann, dass die Vorstufen des Pigments der *Vanessa*-Flügel fettartige Körper seien, die zuerst die Blutzellen dicht erfüllen und aus diesen ins Epithel, speziell in die Schuppenmutterzellen hineingelangen. Bei diesem Uebertritt in das Epithel spiele vielleicht die amöboide Fähigkeit der Blutkörperchen eine Rolle, oder aber es könnten die fettartigen Vorstufen der Farbstoffe in gelöstem Zustand, als Seifen in das Epithel gelangen, um sich erst dort als geformte Fettkügelchen abzuscheiden. Meiner Ansicht nach schließen die Friedmann'schen Befunde die Mayer'schen Ergebnisse keineswegs aus.

Es scheint mir nämlich nach meinen Erfahrungen sehr wahrscheinlich, dass die von Friedmann beobachteten, in den Blutzellen enthaltenen fettartigen Körper im Flügellumen in die Blutflüssigkeit abgelagert werden, entweder nach dem Zerfall dieser Zellen oder aber infolge des in den Blutzellen stattfindenden Stoffwechsels. Diese Körper sind anfänglich farblos, wie ein Blick auf einen Flügeldurchschnitt, der nicht mit Osmiumsäure behandelt wurde, deutlich zeigt, nehmen indessen in späteren Stadien eine gelb-bräunliche Färbung an. Die das Flügellumen erfüllende Flüssigkeit, welche ich mit Mayer als Hämolymphe bezeichnen will, giebt nun sehr wahrscheinlich von diesen Stoffen an die Epithelzellen, Schuppen- und Stützzellen im allgemeinen ab und dringt, sobald die Schuppenzellen degenerieren, in die Schuppen selbst ein. Hier erleiden die eingeschleppten Stoffe, welche die Vorstufen der Flügelpigmente bilden, eine chemische Umwandlung, sie werden gefärbt, zuerst gelblich und schließlich innerhalb der dunkeln Schuppen dunkelbraun. In diesem Stadium wurden die Pigmente von Mayer zuerst beobachtet und in ihrer Weiterentwicklung verfolgt und ganz begreiflicher Weise für Derivate der Hämolymphe gehalten.

Ob Friedmann wirklich nach seiner angewandten Konservierungsmethode durch Osmiumsäure die Bildung der Schuppenpigmente verfolgt hat, scheint mir noch nicht vollkommen festzustehen, er hat nur das eine wahrscheinlich gemacht, dass die Blutzellen Fettkörper enthalten, und dass dieselben oder ähnliche Fettkörper auch im Flügelepithel und in den Schuppen auftreten. Die Entwicklung eines Farbstoffs zu beobachten ist doch nur dann möglich, wenn die Pigmente nicht schon von vornherein durch Reagentien ihres natürlichen Aussehens beraubt werden. Ich will keineswegs bestreiten, dass auch ich es für sehr wahrscheinlich halte, dass der Fettkörper bei der Pigmentierung der Schmetterlingsschuppe eine große Rolle spielt, allein so lange wir uns auf den Standpunkt stellen, dass ohne Osmiumsäure nicht das geringste von der ganzen Pigmententwicklung zu beobachten sei, so lange werden wir auch der Lösung dieser Fragen nicht viel näher kommen. Meiner Meinung nach kann diese Methode nur in Kombination mit andern einigermaßen befriedigende Resultate ergeben. Dr. **Gräfin M. v. Linden.** [77a]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Oktober 1899.** **Nr. 19.**

Inhalt: **Reh**, Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche. — **Loew**, Was sind die Dominanten Reinke's? — **Escherich**, Zur Anatomie und Biologie von *Paussus turcicus* Frid. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilie.

Ueber Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche.

Von Dr. **L. Reh** in Hamburg.

Alle die im Einzelnen so unendlich verschiedenen organischen Gestalten lassen sich leicht auf drei einfache Baupläne zurückführen. Der niederste ist der regellose, amorphe oder auch asymmetrische, wobei irgendwelche bestimmte gegenseitige Lageverhältnisse, irgendwelche geregelte Anordnung der einzelnen Körperteile fehlen. Solche Organismen bilden unter den Tieren die meisten Protozoen und Schwämme. Als zweiten Bauplan können wir den radiären bezeichnen, in dem gewisse Körperteile sich radiär, strahlen- oder sternförmig um einen Punkt, in einer oder mehreren Ebenen, anordnen. Solche Tiere sind die meisten Cölenteraten und Echinodermen. Beim dritten, dem symmetrischen Bauplane lassen sich die sich entsprechenden Organe nicht mehr auf einen Punkt, sondern nur noch auf eine Ebene, die Symmetrie-Ebene, beziehen. Die höchste Entwickelung erreicht dieser Bauplan bei den zweiseitig-symmetrischen Tieren, zu denen alle höheren Tierformen gehören.

Aus diesen drei einfachen Bauplänen, dem regellosen, dem strahligen und dem symmetrischen, lassen sich nun einerseits durch Aenderungen einzelner ihrer Axen alle die Grundformen herstellen, die Häckel in seiner Promorphologie in so eingehender Weise behandelt hat; andererseits ergiebt sich aus ihrer Kombinierung ein nicht minder großer Reichtum zusammengesetzter Formen, so dass es unter den Organismen wohl kaum eine Gestalt geben dürfte, die man nicht in irgend einer Weise auf sie zurückführen könnte.

Digitized by Google

Reine Grundformen giebt es unter den tierischen Organismen nur wenige, und diese gehören niederen Klassen, den Protozoen (Radiolarien) und den Cölenteraten (Hydrozoen) an. Die meisten Tiere stellen Kombinationen dar und zwar namentlich solche der symmetrischen Bauart mit der strahligen oder der regellosen. Es ist diese Thatsache so bekannt, dass es eigentlich unnötig erscheint, über sie Worte zu verlieren oder gar Tinte und Druckerschwärze zu vergeuden. Wenn ich Letzteres dennoch thun will, muss ich natürlich Gründe dafür angeben. Als Nummer eins glaube ich, dass eine Zusammenstellung solcher Erscheinungen an sich schon einen gewissen Wert habe; dennoch scheint sie mir zu fehlen. Nummer zwei wäre es doch auch möglich, dass sich aus dieser Zusammenstellung einige Gesichtspunkte ergeben könnten, die außer dem Reize der Neuheit vielleicht auch noch den hätten, mindestens zum Nachdenken, wenn nicht gar zu Nachforschungen, anzuregen. Nummer drei endlich glaube ich, dass diese Thatsache der Kombinationen noch gar nicht genug beachtet und gewürdigt ist. So spricht man z. B. bei den höheren Tieren immer einfach von bilateralem Bau, ohne weitere Einschränkungen, ohne auf die Abweichungen zu achten. Und da, wo man diese erwähnt, werden sie immer als Ausnahmen hingestellt, die eben die Regel bestätigten. An solche Ausnahmen muss man aber drei Anforderungen stellen. Erstens dürfen sie im Ganzen, d. h. überhaupt bei Tieren, nur selten vorkommen. Zweitens dürfen sie bei einem einzigen Tiere erst recht nur selten auftreten. Drittens dürfen diese Ausnahmen nicht gesetzmäßig auftreten, d. h. es dürfen z. B. nicht immer dieselben oder entsprechende Organe es sein, die nicht in den Plan des Ganzen passen, und es dürfen sich auch nicht bestimmte Gesetze für die Ausnahmen oder für das Verhältnis dieser zur Regel feststellen lassen.

Ob sich diese Anforderungen bei den Asymmetrien, die wir bei sonst symmetrisch gebauten Tieren vorfinden, erfüllen, soll nachfolgende Untersuchung entscheiden.

Ich beschränke mich nur auf das Verhältnis der Asymmetrie zur Symmetrie, weil dies schon genug zu thun giebt. Die drei anderen Kombinations-Möglichkeiten auch noch zu untersuchen würde zu weit führen.

Selbstverständlich kann ich auch für diese eine Möglichkeit keine Vollständigkeit anstreben, aus mehreren Gründen nicht. Einmal müsste man jede hierher gehörige Tierform aufs Genaueste kennen, genauer als ihr genauester Spezialist; denn auf alle diese Verhältnisse hat man ja seither so gut wie nicht geachtet; dann wäre es auch trotzdem unmöglich, Alles anzuführen. Wer könnte untersuchen, z. B. wie viel Haare ein Säugetier auf der einen Seite mehr zählt, als auf der anderen, wieviel Kubikinhalt die eine Seitenhälfte eines Tieres

Digitized by Google

mehr hat als die andere, u. s. w., ganz abgesehen von der Histologie. Und schließlich thut auch solche Genauigkeit gar nicht not. Es bedarf nur so vieler Thatsachen, dass sich daraus allgemeine Gesichtspunkte, „Gesetze", wie man sie in der Zoologie meist, aber fälschlich, nennt, ergeben.

Die Protozoen bieten wenig Formen mit ausgesprochener Symmetrie dar. Vereinzelte Flagellaten (*Hexaminatus inflatus*) und Ciliaten (*Paramaecion*) könnte man äußerlich symmetrisch nennen. Dagegen sind recht viele Foraminiferen, namentlich die Schneckenhaus-ähnlich gewundenen (Nummuliten u. s. w.), wie auch viele Radiolarien in ihren Schalen grob symmetrisch gebaut. Die feinere Architektur der Schalen hier, die Lage des Kernes und noch mehr die der kontraktilen Vakuole dort, passen jedoch nicht in diesen Bauplan hinein. Doch sind alle diese Verhältnisse noch so wenig klar und bedürfen so sehr eigenen Studiums, dass die Protozoen in dieser Frage einstweilen belanglos sind.

Die ganze Klasse der Schwämme kommt für uns nicht in Betracht. Fast alle sind sie regellos gestaltet, nur wenige zeigen mehr oder weniger strahlige Anordnung einzelner Teile. Nur *Haliphysema globigerina* scheint durch eine spaltförmige Mundöffnung in 2 seitliche, gleiche Hälften geteilt zu werden [25. p. 153].

In wie weit bei den Nesseltieren Symmetrie vorkommt, läßt sich aus der Litteratur nicht ersehen. Das festzustellen, dazu gehört das Studium der lebenden Tiere, die mir nicht zu Gebote stehen. Von den Hydrozoen scheinen nur die Röhrenquallen Symmetrie aufzuweisen. Bei den Siphonanthen sind schon die Larven bilateral symmetrisch, indem ihr medusenähnlicher Körper im Schirme tief gespalten ist [19. I. p. 108]. Bei den Auronecten ist eine der die Schwimmblase umgebenden Schwimmglocken zu einem Zuleitungskanal [18. p. 197] oder einer Gas absondernden Luftglocke (Aurophore) [19. I. p. 107] ausgebildet, durch die man die ganze Meduse in 2 grob symmetrische Hälften teilen kann. Die Anordnung der Schwimmglocken ist noch symmetrisch, nicht aber die der Tentakel, Siphonen, Geschlechts-Trauben u. s. w. Dasselbe Verhältnis finden wir bei *Physalia*, wo der langgestreckte Luftsack eine symmetrische Teilung zuläßt, während die Fangfäden u. s. w. regellos angeordnet sind. Die Physalien und Velellen scheinen dagegen erst tertiär[1]) wieder unsymmetrisch geworden zu sein. — Bei den Korallen ist Symmetrie dagegen sehr häufig. Unter den Weichkorallen sind namentlich die Aktinien oft sogar bilateralsymmetrisch, wie auch mehrere Seefedern, bei ersteren das einzelne Tier durch spaltförmige Mundöffnung, bei letzteren der ganze Stock durch Anordnung der die Polypen tragenden Fiederchen (*Pteroeides*). Unter den Steinkorallen sind namentlich die Karyophyllien und die

1) primär: strahlig; sekundär: symmetrisch; tertiär: asymmetrisch.

Digitized by Google

Astraeiden bilateral symmetrisch gebaut. Diese Symmetrie bezieht sich bei beiden Gruppen vorwiegend auf die äußere Gestalt und die Anordnung der hauptsächlichsten Weichteile (Septen mit ihren Muskelbündeln und Filamenten) und damit auch des Kalkskeletes. Doch ist z. B. der Verlauf der Filamente u. s. w. schon durchaus regellos, und bei einem von Weichteilen freien Korallenkelch bedarf es schon angestrengtester Untersuchung, um das Schema der Symmetrie festzustellen. Vom Schema abgesehen, herrscht da ein wüstes Durcheinander.

Die Kamm- oder Rippenquallen zeigen dagegen entschieden zweistrahlige Symmetrie durch die Lage und Verteilung der meisten äußeren und inneren Organe [7. p. 296]. Nach Haacke [14. p. 287] soll das Trichtergefäß nicht in diese Symmetrie passen, da es nicht in die Mittelebene des Körpers falle, während es nach Lang [19. I. p. 78] in der Hauptachse des Körpers verläuft. Ob weitere Abweichungen von der Symmetrie vorkommen, dürften nur Beobachtungen an lebenden oder mindestens gut konservierten Tieren entscheiden. Zu bemerken ist noch, dass schon die Larven der Kammquallen bilateralsymmetrisch sind.

Die Plattwürmer sind schon Tiere von ausgeprägter zweiseitiger Symmetrie. Ihre äußere Körperform entspricht dieser fast immer, im Wesentlichen auch die Anordnung ihrer inneren Teile. Doch kommen auch hier zahlreiche Abweichungen im Einzelnen vor. Charakteristisch für diese Klasse ist das Wassergefäßsystem. Während seine Hauptstämme im Allgemeinen symmetrisch verlaufen, bieten ihre Verzweigungen ein Bild vollkommenster Unordnung dar, und ihre Ausmündungs-Poren sind, wenigstens bei Trikladen, meist unregelmäßig verteilt [19. I. 152]. Dasselbe wiederholt sich beim Darm-, Blutgefäß- und Nervensystem, soweit diese überhaupt vorhanden sind. Die Muskeln, insbesondere die dorso-ventralen Stränge, durchziehen den Körper ohne Rücksicht auf Symmetrie. Auch die Geschlechtsorgane lassen z. T. nur noch den Plan dieser Anordnung erkennen. Die Hodenbläschen und die Ovarien bei Turbellarien und Cestoden liegen überall da im Körper, wo sich gerade Platz bietet, ohne irgendwelche regelmäßige Anordnung. Die Uterus-Windungen der Trematoden und die Blindsäcke desselben bei den Cestoden verlaufen durcheinander. Noch ausgeprägter ist diese Asymmetrie bei den Ausführungsgängen der Geschlechts-Organe, namentlich bei *Dendrocoelum*, wo sie sich ungeordnet um die Geschlechts-Oeffnung gruppieren. Ihren Höhepunkt erreicht aber diese Asymmetrie einerseits bei *Tristomum*, wo die Genital-Oeffnung abseits der Mittellinie, in der vorderen Körperhälfte liegt [19. I p. 161] andererseits bei der Gattung *Taenia*, wo sie bei den einzelnen Gliedern abwechselnd rechts und links an der Kante liegt, also auch die Ausführungs-Gänge mit all' ihren Nebenapparaten immer nur der

Digitized by Google

einen Seite zukommen, wodurch wiederum die eigentlichen Geschlechts-Organe auf dieser Seite schwächer entwickelt sind.

Bei den Nemertinen ist vor Allem die Lage des Drüsensackes des Rüssels asymmetrisch; ferner liegen bei einigen Arten die Geschlechtsdrüsen durchaus zerstreut im Parenchym [19. I. p. 256].

Die Muskeln der Rädertiere sind isolierte, den Körper durch- oder umziehende Fasern. Auch der Keim-Dotterstock liegt unsymmetrisch.

Die Pfeilwürmer (Chaetognathen) machen äußerlich den Eindruck vollkommener Symmetrie. Betrachten wir uns aber einen Querschnitt, so werden wir sehen, dass diese zwar in der Verteilung der inneren Organe gewahrt ist, nicht aber in deren Lage. Darm und Ovarien liegen durchaus nicht genau an dem mathematisch ihnen zukommenden Platze, ebenso wenig wie die Umrisse des Darms oder selbst des ganzen Querschnittes sich mathematischen Figuren nähern.

Noch mehr gilt das Letztgesagte von den Rundwürmern, die gewissermassen 3 Baupläne in sich vereinigen: äußerlich den strahligen, in der Verteilung der meisten Organe den symmetrischen, in der Lage und der Verteilung einzelner Organe den regellosen. Vor Allem sind es schon die vielen unter der Haut verlaufenden Längsmuskeln, die durchaus keinen irgendwie geordneten Eindruck machen. Fast noch mehr gilt dies von den in zahllosen Windungen durcheinander laufenden Geschlechts-Röhren, den Ovarial- und Hodenschläuchen. Aber auch Lage und Umriss des Darmes, der Seitenlinie, der dorsalen und ventralen Längsnerven entsprechen durchaus nicht immer einem streng symmetrischen Bilde. Die Querkommissuren der Längsnerven, die sonst im Allgemeinen bei den Tieren ihrer segmentalen Anordnung wegen auch meist symmetrisch angeordnet sind, verteilen sich hier nicht immer gleichmäßig auf die beiden seitlichen Körperhälften. — Als physiologische Asymmetrie dürfen wir wohl die unregelmäßigen Spiralen der aufgerollten Muskel-Trichinen bezeichnen.

Strenger durchgeführt ist die Symmetrie bei den Ringelwürmern (Anneliden). Wenn auch ihr Querschnitt kein streng symmetrisches Bild ergiebt, so ist die Verteilung der zahlreichen Organe auf beide Seiten doch eine recht gleichmäßige. Freilich darf man wohl kaum erwarten, dass sich die Borsten, Kiemen und die anderen Hautfortsätze auf beiden Seiten genau entsprechen, oder dass die zu einem Segmente gehörigen Schleifenkanäle der Hirudineen sich genau spiegelbildlich verhalten. Auch die zahlreichen Tastorgane sind durchaus nicht regelmäßig über die Haut zerstreut. Bei *Hirudo* bieten vor Allem der Penis und der Uterus asymmetrische Lage-Verhältnisse dar. — Gänzlich asymmetrisch sind die Würmer der Gattung *Spirorbis* [6], die in einer spiralig gewundenen Schale leben. Die Richtung der Windung ist konstant für jede Art. Bei den rechtsgewundenen Arten wird der Deckel vom 2. rechten Kiemenfaden gebildet, bei den links-

Digitized by Google

gewundenen von dem entsprechenden linken, also immer von dem der konkaven Seite. Die Borsten sind am zahlreichsten und größten auf der konkaven Seite, ebenso die Muskeln; die Eingeweide und Ovarien dagegen sind nach der konvexen Seite gedrängt. — Wie sich die übrigen Röhrenwürmer mit den völlig unregelmäßig gewundenen Röhren verhalten, scheint noch nicht untersucht. Mindestens dürfen wir bei ihnen aber eine physiologische Asymmetrie voraussetzen.

Bei den Prosopygiern veranlassen vor Allem wieder die Windungen des Darmes eine Asymmetrie, da sich natürlich rechte und linke Windungen nie genau entsprechen können. Während aber bei den Gephyreen der After noch in der Mittellinie liegt, ist er bei *Phoronis* von ihr abgerückt. Letztere Art zeichnet sich noch durch einen nur auf der einen Seite vorhandenen Längsnerven aus [19. I. p. 224]. — Bei den Moostierchen (Bryozoen) bietet der Tentakelkranz im einzelnen manche Unterschiede zwischen rechts und links dar; der Stielmuskel (*Funiculus*) ist unregelmäßig verzweigt und auch das Wassergefäß-System ist nicht streng symmetrisch. — Bei den Brachiopoden liegt der After rechts neben dem Munde.

Die Stachelhäuter (Echinodermen) scheinen äußerlich streng radiär gebaut, weshalb sie ja auch früher zu den Strahlentieren gestellt wurden. Indes genügt die Lage eines Organes, der Madreporenplatte, um aus der scheinbaren Strahlenform eine scheinbar symmetrische zu machen. Aber auch diese ist wieder nur scheinbar, indem auch sie meistens allein schon durch die Lage des Afters zerstört wird. Der Bildungen, die bei den Stachelhäutern in symmetrischer Lage vorhanden sind, giebt es so viele, und sie sind so bekannt, dass ich sie nicht aufzuzählen brauche. Ich will mich nur an einige derjenigen halten, die die Symmetrie stören. Aeußerlich sind es vor Allem die die meisten Stachelhäuter umhüllenden Kalkplatten, die mehr oder minder unsymmetrisch liegen. Die gleichmäßigste radiäre Anordnung zeigen sie noch bei den regulären Seeigeln (*Regularia*). Aber die in der Symmetrie-Ebene zusammenstoßenden Ambulakral-, bezw. Interambulakral-Plättchen bilden keine einfachen geraden, sondern Zickzacklinien. Und auch bei den *Regularia* ist die Scheitelplatte unsymmetrisch. Viel auffälliger ist aber die Unregelmäßigkeit der Platten-Anordnung bei den beschalten Holothurien (*Psolus*), bei Krinoiden und am auffälligsten bei den ausgestorbenen Cystoideen (Seeäpfeln) [27. p. 148 ff.]. Durchaus unregelmäßig ist ferner die Verteilung der Stacheln, Pedizellarien und übrigen Fortsätze über das Skelet, wie auch die Stellung und noch mehr die Verzweigung der Arme bei den Haarsternen (Krinoideen). Die Verästelung der Nahrungsfurchen auf der Kelchdecke der Letzteren, der Ambulakralfurchen bei den Seeäpfeln und Seeigeln läßt sich in kein mathematisches System bringen. — Auch in der Anatomie finden sich mancherlei Abweichungen von der

Digitized by Google

Symmetrie. So ist der Darm bei den Seeigeln spiralig, bei den Holothurien S-förmig gewunden. Die Seesterne zeigen auch in ihrem Innern noch am meisten einen regelmäßigen Bau. Die weitgehendste Asymmetrie finden wir dagegen bei den Holothurien, bei denen die sogen. Wasserlungen, die Poli'schen Blasen, die Geschlechtsorgane u. s. w. ohne Ordnung im Leibe liegen. — Merkwürdiger Weise sind es aber nur die Cystoideen und die Seeigel, bei denen ich in der Litteratur Hinweise auf ihre Asymmetrie gefunden habe. Von Ersteren sagt Bronn in seinen Morphologischen Studien [4 p. 63]: „Dass man hier darauf verzichten muss, ein Gleichmaß der Körperform zu ermitteln"; und von Letzterem sagt A. Lang [19. IV. p. 931]: „Dass es, streng genommen, keine radiären Seeigelschalen und keine bilateral-symmetrischen giebt." — Die Larven der Stachelhäuter sind fast alle ziemlich genau zweiseitig gebaut.

Die Weichtiere (19. III.) sind die Klasse, bei der die Asymmetrie wohl am verbreitetsten ist. Namentlich sind es die Schnecken mit spiralig gewundenem Gehäuse, deren Körper die größten Abweichungen von der bilateralen Symmetrie erkennen lässt. Aber selbst bei den meisten der schalenlosen Schnecken (Hinterkiemer oder Opisthobranchier), oder der mit symmetrischer Schale (Napfschnecken oder Patelliden, Käferschnecken oder Chitoniden, einige Flügelschnecken oder Pteropoden) ist die Asymmetrie in der Lagerung der Organe ausgesprochen. Wirklich symmetrisch sind nur die Käferschnecken, die ursprünglichste Ordnung der ganzen Klasse, und die Elephantenzähne (Scaphopoden), die am meisten umgebildete Gruppe der echten Schnecken. Bei den Napfschnecken ist immer der Eingeweide-Knäuel unsymmetrisch gewunden; der After, die Nieren-Oeffnungen liegen rechts; bei einigen Gattungen liegt die einzige Kieme links. Die innere Organisation der Flossenschnecken ist eine durchaus unsymmetrische. Fast alle Organe liegen immer nur auf einer Seite, so das Herz immer links, Geschlechts- und Nierenöffnung, sowie einige speziellere Organe rechts, der After bei den einen links, bei den anderen rechts. Die eine Kieme verschwindet. Einige Arten haben sogar eine spiralig gewundene Schale. Ebenso liegen bei den Hinterkiemern fast alle Organe einseitig, hier fast immer rechts. Nur einige Nacktkiemer nähern sich durch mediane Lage des Afters und der Kiemenbüschel wieder der Symmetrie. — Bei den Muscheln ist die Symmetrie viel besser innegehalten. Im Innern sind es eigentlich nur der vielfach durcheinander geschlungene Darm und die ihm anhängenden zahlreichen Leberlappen, die von ihr abweichen. An den Schalen ist selbst bei den am strengsten symmetrischen das Schloss unsymmetrisch, insofern als den Zähnen und Leisten der einen Seite Vertiefungen auf der anderen entsprechen. Nun giebt es aber bekanntlich eine ganze Menge von Muscheln mit mehr oder minder verschiedenen Schalen.

Digitized by Google

Die bekannteste von ihnen ist die Auster. Am stärksten aber bei den lebenden Muscheln sind die Ungleichheiten wohl bei der Gattung *Chama* L., bei der die eine Schale einer riesigen, spiral gewundenen Schnecke gleicht, in deren Mündung die andere Schale manchmal gleich einem Schnecken-Deckel liegt. Noch weit übertroffen werden diese Ungleichheiten aber von den ausgestorbenen Rudisten. Es wäre unnatürlich, wenn diesen auffallenden Verschiedenheiten der Schale nicht mindestens auch beträchtliche des Weichkörpers entsprächen, bezw. entsprochen hätten. — Wieder als starr gewordene physiologische Asymmetrie kann man die Kalk-Gehäuse der Pfahlmuscheln und Gießkannenmuscheln (*Teredo* und *Aspergillum*) auffassen. — Die am höchsten stehenden Weichtiere, die Kopffüßler oder Tintenfische (Cephalopoden) sind wieder in hohem Grade symmetrisch. Nur der Eingeweide-Sack weicht, namentlich durch die spiraligen Windungen des Darmes, überall von der Symmetrie ab. Ferner funktioniert bei *Nautilus* nur die rechte Geschlechts-Oeffnung; bei vielen anderen Kopffüßlern ist nur die linke erhalten, wie überhaupt die Geschlechts-Organe nicht ganz symmetrisch sind. Die Schalen der Cephalopoden sind im Allgemeinen symmetrisch aufgerollt. Nur einige fossile Ammoniten (*Turrilites*, *Heteroceras*) haben spiralig gewundene Schalen [27. p. 414]. — Bei den Weichtieren ist es also fast ausnahmslos der Eingeweidesack, namentlich der gewundene Darm, der von der Symmetrie abweicht. Ihm reihen sich sehr häufig die Geschlechts-Organe, häufig auch die Kiemen, an. Bei der Schale könnte man fast von einer Tendenz zum Asymmetrisch-werden sprechen.

Die Krebstiere (Crustaceen) sind, wie alle Gliederfüßler, verhältnismäßig streng symmetrisch. Die Abweichungen sind im Allgemeinen gering. Selbst der Verdauungstrakt passt hier in die Symmetrie, da er in den meisten Fällen gerade vom Vorder- zum Hinterende verläuft. Dagegen sind die Geschlechts-Organe öfters asymmetrisch. So sind bei den Kopepoden häufig die Geschlechts-Drüsen, häufiger noch deren Ausführungs-Gänge und Mündungen nur einseitig ausgebildet [19. II. p. 382]. Bei den Dekapoden stellen teils die Hoden (Krabben), teils die Samenleiter (Flusskrebs), teils beide (Heuschreckenkrebs, *Squilla*) gewundene Schläuche dar, deren Windungen sich auf beiden Seiten natürlich nicht entsprechen [19. II. p. 386). Beim Flusskrebse findet sich auch im Gefäßsysteme eine geringe Asymmetrie, indem die vom hinteren, unteren Ende des Herzens entspringende Sternalarterie an der linken oder an der rechten Seite des Darmes vorbei nach dem Subneuralgefäß hinabsteigt [19. II. p. 374). Bei vielen Asseln wechseln die Ostien des Herzens rechts und links ab (19. II. p. 377). Die am häufigsten vorkommende Asymmetrie bei den Krebsen ist die ungleiche Ausbildung der Scheeren. W. Marshall [20. p. 40] fand bei 17 Paguriden (Einsiedlerkrebsen) 8mal die linke, 4mal die rechte Scheere stärker und nur 5mal beide nahezu gleich. Von 100 Land-

Digitized by Google

krabben war bei 16 die rechte, bei 28 die linke Scheere stärker und zwar häufig enorm stärker; bei nichtschwimmenden Seekrabben hatten unter 272 Stück 158 eine wesentlich stärkere rechte, 35 eine stärkere linke Scheere. Aber auch andere Krebse, Flusskrebse, Hummern, Garneelen u. s. w. haben häufig ungleiche Scheeren. Dass die parasitischen Krebse häufig asymmetrisch sind, ergiebt sich aus ihren Lebensgewohnheiten. Immerhin sind auch sie im Wesentlichen symmetrischer, wie andere parasitische Tiere. Doch bieten sie mehrere interessante Verhältnisse dar. So wird bei den sog. Fischläusen, Arguliden, und den Wurzelkrebsen, *Sacculina*, der Eierstock bereits asymmetrisch angelegt [19. II. p. 382, 383]; der Eileiter der ersteren ist zwar zuerst paarig, verkümmert aber später einseitig. Bei den Bopyriden, parasitischen Asseln, sind die in den Kiemenhöhlen anderer Krebse schmarotzenden Weibchen so schief, dass der Kopf auf die eine Seite gerückt ist, auf der dann die Segmente zusammengedrängt sind, während sie auf der anderen Seite sich verbreitern und emporrücken [20. p. 40]. Noch mehr sind die Entonisciden, Verwandte der vorigen, umgeändert, deren Körper überhaupt jede Form verloren zu haben und und nur noch aus unregelmäßigen Lappen zu bestehen scheint. Am wunderbarsten sind schließlich die Einsiedlerkrebse, die sich leere Schneckenschalen zum Schutze ihres weichen Hinterleibes aussuchen, deren spiralige Drehung dieser dann auch annimmt, wodurch also zugleich auch die in ihm gelegenen Organe zwar noch beiderseitig von seiner Mittelebene, aber nicht mehr von der des Vorderkörpers liegen. Eine physiologische Asymmetrie kann man schließlich wohl die bei vielen, namentlich höheren Krebsen so beliebte Gewohnheit nennen, seitwärts zu laufen, was unseren an symmetrische Bewegung gewohnten Sinnen höchst sonderbar vorkommt.

Die Tausendfüße (Myriapoden) sind ebenso wie der *Peripatus*, soweit ich feststellen konnte, streng symmetrisch gebaut. Nur bei einigen Formen winden sich die Malpighi'schen Gefäße um den Darm herum.

Auch die Spinnentiere (*Arachnoidea*) weichen nur sehr wenig von der strengen Symmetrie ab. Hier sind es namentlich die Geschlechtsdrüsen und ihre Ausführungsgänge, die öfters vielfach und unregelmäßig gewunden sind. Als physiologische Asymmetrie dürfen wir wohl wieder das Seitwärtslaufen der Skorpione, uns am besten bekannt vom Bücherskorpion, bezeichnen. Ob die so regelmäßigen, meist strahligen Netzfiguren der Webespinnen sich auch physiologisch oder nur rein physikalisch erklären lassen, darüber sind meines Wissens noch keine Untersuchungen angestellt.

Die Insekten bewahren ebenfalls die durch den starren Panzer der Gliedertiere gebundene Symmetrie in hohem Maße. Doch finden sich auch recht beträchtliche Abweichungen. Der oft ungeheuer lange

Digitized by Google

Darm muss sich in viele Windungen legen, die sich natürlich nicht symmetrisch verhalten können. Auch die Malpighi'schen Gefäße sind meist wirr durcheinander gewunden. Der oft so ungemein umfangreiche Fettkörper füllt alle vorhandenen Lücken ohne Rücksicht auf Symmetrie aus. Und wieder sind es die Geschlechtsapparate, die Drüsen, ihre Ausführungsgänge und Anhangsorgane, die zumal durch ihre Windungen nicht in die Symmetrie des äußeren Körpers passen. Immerhin sind sie mit Ausnahme einiger Ohrwürmer (Forficuliden) wohl immer doppelt. Nur bei diesen verkümmert der eine Samenleiter; der andere rückt nach der Mitte zu [19 II, p. 500]. — Jedem Insekten-Sammler ist es bekannt, dass kleine Ungleichheiten in den Gliedmaßen, wie überhaupt in der Bewehrung der Chitinpanzers auf beiden Seiten recht häufig sind. Nach Marshall [20, p. 41] giebt es „einige wenige Käfer mit ungleich entwickelten Kiefern", bei denen also die Asymmetrie feststehend geworden ist. Beim männlichen Hirschkäfer gleichen sich die beiderseitigen, mächtig entwickelten Kinnbacken nur selten völlig. Scudder und Burgess [24] haben eine feststehende Asymmetrie in den Geschlechtszangen einiger Schmetterlinge beschrieben. Bei allen bis jetzt bekannten Arten der Nisoniaden, einer Familie der Hesperiden, ist die linke Zange mit sehr wenig Ausnahmen stärker entwickelt als die rechte. Das gleiche hatte früher schon Loew bei den Syrphiden und Pipunkuliden, Familien der Fliegen, nachgewiesen. — Während die Flügel im Allgemeinen sehr symmetrisch gezeichnet und gefärbt sind, ist nach W. Marshall [20, p. 41] „bei einigen Schlupfwespen und Grillen die Nervatur der Flügel etwas verschieden rechts und links, besonders bei letzteren durch eine ungleiche Entwicklung der Schrillleisten". — Ganz asymmetrisch werden, wenigstens in der Färbung, die Flügel einiger Orthopteren, indem immer der eine Vorderflügel sich in der Ruhelage über den inneren Teil des anderen lagert, der dadurch eine andere Farbe erhält. Herr Dr. Standfuss in Zürich machte mich s. Z. auf diese Verhältnisse aufmerksam, und Herr Dr. von Brunn vom hiesigen naturhistorischen Museum war so liebenswürdig, mit mir dessen reichhaltige Sammlung daraufhin durchzusehen. Es handelt sich dabei um Angehörige der Familien der Fangheuschrecken *(Mantidae)* und Schaben *(Blattidae)*. Wir fanden bei mehreren Arten der Gattung *Gyna* Burm. den linken Vorderflügel den rechten zum Teil bedeckend; der freie Teil des rechten Flügels war bestäubt, wie der ganze linke, der bedeckte durchscheinend. Bei *Blabera* Burm. waren die Lage-Verhältnisse dieselben, der linke Flügel war mehr und dunkler gefleckt. Bei *Epilampra verticalis* Burm. deckte ebenfalls der linke Flügel den rechten; letzterer war im bedeckten Teile teils heller, teils dunkler gefärbt, als der linke. Bei *Odontomantis javana* Sss. dagegen waren die Lage-Verhältnisse wechselnd. Bei 3 ♂ und 2 ♀ deckte der rechte, bei 2 ♂ und 4 ♀ der

Digitized by Google

linke Flügel. Der freie Flügel war grün, der andere im freien Teile grün, im bedeckten rot durchscheinend. Marshall erwähnt desgleichen von *Corydia petiverana* L. und *Hormatica tuberculata* Burm. [20, p. 41]. Die gleiche asymmetrische Flügellage, aber ohne Unterschiede in der Bildung der Flügel, ist überhaupt bei den Orthopteren sehr verbreitet, findet sich aber auch bei den Termiten, vielen Wanzen und der Reblaus. — Bei der mir augenblicklich am besten bekannten Insektengruppe, den Schildläusen, finde ich auffällige Asymmetrien in der charakteristischen Bewehrung des Hinterendes des Weibchens mit Chitinlappen, -platten, -haaren, Einschnitten u. s. w., die für die Bestimmung der Arten in erster Linie in Frage kommen. Man findet kaum jemals ein Individuum, bei dem diese Gebilde auf beiden Seiten sich gleich verhalten. Auch die Zahl der Poren der um die Geschlechtsöffnung liegenden Drüsengruppen schwankt auf beiden Seiten oft ganz beträchtlich, wie folgende kleine Tabelle zeigt:

	ant.-laterale Gruppe		post.-laterale Gruppe	
	rechts	links	rechts	links
Aspidiotus ancylus Putn. . . .	5	7	6	9
„ *articulatus* Morg. .	8	6	5	3
„ *nerii* Bch.	11	9	8	6
„ „ „	10	11	7	6
„ „ „	11	9	9	6
„ „ „	11	8	6	6
„ „ „	7	7	4	5
„ „ „	9	7	5	5
„ „ „	18	9	5	9
Mytilaspis fulva Targ. . . .	12	13	10	9
„ *pomorum* Bch. . . .	10	12	11	13
Chionaspis minor Mask. . . .	18	18	21	17.

Die Tabelle zeigt zugleich das völlig Regellose dieser Unterschiede.

Eine rein physiologische Abweichung von der Symmetrie stellen die Schilde der Komma-Schildlaus (*Mytilaspis pomorum* Bch.) und ihrer Verwandten dar. Sie sind, wie der Name sagt, alle kommaförmig gebogen, ohne Bevorzugung einer Seite. Das Tier selbst bleibt symmetrisch; und da es den Schild nicht ganz ausfüllt, kann dessen krummes Wachstum nur durch regelmäßig einseitige Bewegung des Tieres erklärt werden. Zu den asymmetrischen Bewegungen dürfen wir wohl auch die merkwürdig kreisenden Schwimmfiguren der Dreh- oder Taumelkäfer (Gyriniden) rechnen. — Jedem Beobachter sind die sonderbaren durchaus unregelmäßigen Stellungen und Bewegungen der Stab-Heuschrecken aufgefallen, die sich so sehr von denen der übrigen Insekten unterscheiden. — Nicht zu erwähnen will ich vergessen die namentlich bei Schmetterlingen nicht seltenen echten und falschen Zwitter, wobei die eine Seite des Insektes die Bildung, Zeichnung und Färbung des Männchens, die andere die des Weibchens aufweist.

Digitized by Google

Die Manteltiere (Tunicaten) weichen zum Teil, namentlich die festsitzenden Seescheiden (Ascidien), in ihrer äußeren Gestalt so sehr von der Symmetrie ab, dass sie mehr Klumpen als Formen sind. Die verhältnismäßig symmetrischen Salpen haben einen durchaus unregelmäßigen Eingeweideknäuel. Am symmetrischsten sind noch die Appendikularien und die Larven der Seescheiden, die sog. Copelaten.

Die Wirbeltiere gelten im Allgemeinen als Muster von Symmetrie. Und doch sind gerade bei ihnen die Abweichungen davon besonders häufig oder aber wenigstens besonders gut bekannt. Selbst am Skelete, das doch im Ganzen recht symmetrisch gebaut ist, sind Asymmetrien sowohl im Ganzen, als auch im Einzelnen recht häufig. Am bekanntesten hierfür ist das Skelet der Plattfische, auf das wir später noch einmal genauer zurückkommen werden. Von Vögeln beschreibt R. Collet [8] Asymmetrien am Schädel von Eulen, *Strix tengmalmi* und *richardsoni*. Bei den Eulen hat das Schuppenbein des Schädels, das os squamosum, eine Leiste zur Stütze des Gehörorganes. Diese Leiste ist bei den genannten Arten auf beiden Seiten ungleich ausgebildet. Rechts erstreckt sie sich weit nach obenhinten, links nach unten und endigt weiter vorne. Hierdurch werden noch einige andere, kleinere Asymmetrien bedingt. — Bei einigen Vögeln zeigt der Schnabel recht auffallende Asymmetrie. So kreuzen sich beim Kreuzschnabel der verlängerte Ober- und Unterschnabel, allerdings ohne bestimmte Regel. Bei einigen Strandläufern ist er mehr oder weniger seitwärts gebogen, am meisten bei *Anarhynchus frontalis* von Neu-Seeland, bei dem er in der Mitte plötzlich nach links abbiegt, in einem Winkel von 45° [20, p. 44]. Sehr bekannt sind auch die Zahnwale wegen ihres schiefen Schädels. Hier sind am eigentlichen Schädelteile die Knochen der rechten Seite stärker ausgebildet, am Gesichtsteile die der linken Seite. Namentlich sind die beiden Zwischenkiefer ungleich. Aber auch alle anderen Säugetierschädel, man nehme welchen man will, zeigen kleine Abweichungen. Am leichtesten sind zu erkennen die Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Nähte, namentlich auf Schädeldach und -Basis, und Unterschiede in den Wölbungen. Deutlicher treten sie hervor, wo Leisten, Kristen, über die Peripherie des Schädels hervortreten, wie beim Orang-Utan und Gorilla. Während aber bei den Säugetieren diese Asymmetrien der Schädelknochen äußerlich nicht wahrzunehmen sind, prägen sie sich am menschlichen Kopfe auch äußerlich in der Form aus. Die eigentlichen Schädelknochen sind hier auf beiden Seiten verschieden gekrümmt, meist links stärker als rechts; dagegen sind die rechten Gesichtsknochen meistens stärker und länger [1, p. 28], daher auch die Nase gewöhnlich rechts stärker ist als links, oder, wie man sich ausdrückt, nach rechts gebogen ist. Bei einigen Menschen ist diese Schiefheit des Gesichtes bekanntlich sehr auffällig; vorhanden ist sie aber

Digitized by Google

überall, so dass Michelangelo sagen konnte, dass auf dieser ungleichseitigen Ausbildung das Anziehende und der Reiz des menschlichen Angesichts beruhe, insoferne, als ein durchaus regelmäßiges Gesicht, wie das von Puppen oder Modezeitungs-Bildern, kalt lasse. Die Unterschiede in der Ausbildung der rechten und linken Gliedmaßen will ich nachher eingehender erörtern. Auch die anderen Skeletteile sind öfters in verschieden hohem Grade asymmetrisch ausgebildet. So ist die Wirbelsäule meistens etwas nach rechts gekrümmt, am meisten zwischen 4. und 5. Rückenwirbel [1, p. 28], was vielleicht mit der stärkeren Ausbildung des rechten Armes zusammenhängt, also nicht pathologisch ist, wie ihre nur zu häufigen Verbiegungen und Verkrümmungen. Die Rippen sind häufig ungleich ausgebildet und ziehen dadurch auch das Brustbein etwas nach einer Seite. Namentlich die Schwankungen an den ersten und letzten Rippen, Rückbildung der zwölften oder Ausbildung einer dreizehnten, betreffen oft nur die eine Seite. Beim Menschen sind diese Verhältnisse bekannt genug. Pagenstecher führt einen Fall einer einseitigen 13. Rippe bei einem Zebra-Skelet, einen Fall einer einseitigen Halsrippe bei einem Faultierskelet an [22, p. 172]. Ebenso ist das Kreuzbein häufig asymmetrisch in Folge von Aus- oder Rückbildung der Rippenfortsätze der ersten Sakralwirbel [10 I, p. 253]. Nach Prochownik [23, p. 26] hatten von 44 Südsee-Becken 21 einen größeren rechten, 10 einen größeren linken und 13 einen beiderseitig gleichen Durchmesser.

Im Muskelsysteme sind Asymmetrien schwerer zu beobachten und daher seltener festgestellt. Am leichtesten sind sie noch zu sehen bei kleinen Wirbeltieren, durch die man Querschnitte machen kann. Betrachtet man z. B. solche von Amphioxus, von kleineren Fischen, von Amphibienlarven u. s. w., so wird die Ungleichheit im Verlaufe der Muskelscheidewände (Myokommata) und damit auch der Muskelbündel auf beiden Seiten sofort in die Augen fallen. Von den Vögeln sollen sich bei der Taube die beiden Musculi sternotracheales rechts an die Luftröhre ansetzen [22. 165]. Charakteristisch beim Menschen ist die unsymmetrische Ausbildung des Zwerchfelles, dessen rechter Teil stärker ist und höher in die Brusthöhle hineinragt als der linke, und dessen rechte Ausläufer auch etwas weiter nach unten gehen. Muskel mit mehreren Ursprungs- oder Endigungszacken haben davon oft eine auf beiden Seiten verschiedene Zahl; ich erwähne nur den Musculus triangularis sterni [10 I, p. 391]. Auch rudimentäre Muskeln, wie sie namentlich im Gesichte, am Becken, an Händen und Füßen vorkommen, sind oft einseitig.

Der im Allgemeinen aus gewundenen Röhren mit verschiedenen Anhängen bestehende Verdauungstrakt kann sich naturgemäß der Symmetrie nicht strenge fügen. Aber schon bei seinen Anfangsorganen, den Zähnen, finden sich auffallende Asymmetrien. Bei einigen zu den

Digitized by Google

Cyprinodonten gehörigen Fischen stehen nach E. v. Martens [21] die Schlundzähne auf beiden Seiten dergestalt verschieden, dass sie ineinander passen, wie die Schlosszähne der Muschelschalen. — Bekannt ist die merkwürdige Ausbildung nur eines, gewöhnlich des linken Stoßzahnes beim männlichen Narval. Angelegt werden beide Zähne, aber der rechtsseitige verkümmert wieder, wohl im Anschlusse an die schwächere Ausbildung der rechten Gesichtshälfte bei den Walen. Vom Menschen teilte mir mein Freund, Zahnarzt Kraft, mit, dass die Zähne der linken Seite eher und mehr verderben, als die der rechten, was er damit erklärt, dass die meisten Menschen auf der rechten Seite schlafen, wodurch die Zähne der rechten Seite die ganze Nacht über von reinigenden Speichel umflossen werden. — Wenn wir den Kiemendarm des Amphioxus hierher rechnen wollen, so ist hier eine deutliche Asymmetrie vorhanden, insofern, als er nach links hinübergedrückt ist, um der rechten, rückläufigen Leber-Windung des Darmes Platz zu machen. Bei den Vögeln hat G. Swenander im Zool. Anzeiger, Nr. 583 auf eine Asymmetrie des Kropfes aufmerksam gemacht. Bei den Hühnern entsteht dieser als eine nach der rechten Seite gewundene Schleife des Schlundes. — Der Magen liegt nur bei niederen Fischen als einfache Erweiterung des gerade gestreckten Darmes in der Mittellinie des Körpers. Bei allen höheren Wirbeltieren krümmt er sich, meistens unter Ausbildung einer Art Blindsack, und rückt dadurch aus der Mittellinie heraus. Bei den Säugetieren, namentlich beim Menschen, erreicht diese schiefe Lage ihren Höhepunkt, so dass er ganz nach links zu liegen kommt und sich zugleich um seine Längs- und Queraxe dreht. Der eigentliche Darm verläuft nur bei wenigen niederen Fischen grade; sonst ist er immer mehr oder weniger gewunden, namentlich bei Pflanzenfressern, und rückt so völlig aus der Symmetrie heraus. Der After bleibt mit 2 Ausnahmen immer in der Mittellinie; diese Ausnahmen sind: der Amphioxus, wo er links liegt, und die Plattfische, wo er auf die dem Boden zugekehrte Seite rückt. Mit dem Darme kommen auch seine Anhänge: Leber, Pankreas, Blinddarm u. s. w. aus der Symmetrie heraus. Und selbst, wo sie der Lage nach symmetrisch sind, wie z. B. die Leber bei Amphibien und Eidechsen, zerfallen sie unsymmetrisch in 2—3 Lappen. Beim Menschen kommen Leber und Blinddarm bekanntlich, im Gegensatze zum Magen, nach rechts zu liegen; umgekehrt atrophiert beim Pferd z. B. der rechte Leberlappen [22, p. 167].

Unter den Atmungsorganen müssen wir zuerst wieder den links liegenden Kiemendarm des Amphioxus erwähnen. Die Luftröhre steigt immer in der Mittellinie des Körpers hinab. Bei vielen Vögeln aber verlängert sie sich ganz bedeutend und muss sich dann natürlich in Windungen legen, die entweder schleifenförmig (Schwan und Kranich) oder spiralig (*Manucodia*) werden [26, p. 443, 444]. Ihre Aeste

Digitized by Google

nach der Teilung sind, wo die Lungen ungleich sind, ebenfalls ungleich; beim Menschen ist der linke Ast länger und enger als der rechte und verläuft steiler. Auch die Lungen selbst sind häufig ungleich ausgebildet. Bei den Säugetieren besteht die rechte Lunge meistens aus 3, die linke aus 2 Lappen [26, p. 457], die auch in ihrer Vereinigung keine symmetrischen Bilder geben. So ist beim Menschen, selbst schon beim älteren Embryo, die rechte Lunge breiter, niedriger, die linke schmäler, länger. Beim Maulwurf ist die linke Lunge ungelappt, die rechte 5lappig und 3—4mal so groß als jene; einzelne ihrer Lappen greifen beträchtlich auf die linke Seite hinüber [26, p. 457]. — Die stärkste Ausbildung der Lungenlappen finden wir bei den Vögeln, wo sie sich fortsetzen in Luftsäcke, die nicht nur die Hohlräume der Leibeshöhle erfüllen, sondern sich sogar in die Knochen, selbst bis in die des Schädels erstrecken. Natürlich zeigen auch diese Säcke mancherlei Asymmetrien. Auch bei einigen Eidechsen, namentlich bei *Chamaeleon*, finden sich solche Fortsätze, allerdings noch nicht in so riesiger Ausdehnung, aber mit deutlicher Asymmetrie, indem die linke Lunge mit ihren Fortsätzen länger und schmäler, die rechte kürzer und breiter ist [26, p. 450]. Am größten ist diese Asymmetrie aber bei den Schlangen, wo überhaupt nur die linke Lunge ausgebildet, die rechte rudimentär ist.

Die Urogenitalorgane sind wenigstens bei den höheren Wirbeltieren ebenfalls ziemlich asymmetrisch, während sie bei den niederen streng segmental sind. Allerdings liegt bei einigen Fischen, nach v. Martens [21], die Geschlechtsöffnung auf der Seite. So fand er bei *Jenynsia* und *Anableps* (Cyprinodonten aus Süd-Amerika) die männliche Geschlechts-Oeffnung 15mal rechts, 8mal links; die weibliche Geschlechts-Oeffnung lag 23mal rechts, 36mal links. Zur Begattung gehören rechte Männchen und linke Weibchen und umgekehrt zusammen. Bei den fußlosen Reptilien, den Schlangen und Amphisbänen, z. T. auch bei anderen Eidechsen, finden die beiderseitigen Nieren und Geschlechtsdrüsen nicht nebeneinander Platz, sondern müssen sich hintereinander reihen [26, p. 565, 579]. Bei den Vögeln sind die Nieren noch symmetrisch ausgebildet, von den Hoden ist aber meist der linke der größere; von den Eierstöcken tritt sogar nur noch der linke in Thätigkeit, während der rechte samt seinem Eileiter verkümmert. Das letztere ist auch der Fall bei den Monotremen, während sonst bei den Säugetieren die Urogenitalorgane ziemlich gleichseitig ausgebildet sind und liegen. Indess liegt beim Menschen die linke Niere fast immer etwas höher als die rechte, und, umgekehrt, der rechte Hode etwas höher als der linke. Auch findet der Descensus der Hoden (das Herabsinken aus der Leibeshöhle in den Hodensack) nicht gleichzeitig auf beiden Seiten statt. Nicht selten ist bei der Geburt der eine Hode noch unterwegs oder bleibt immer im Körper

Digitized by Google

[10. II, p. 147]. — Nach der Theorie des Küsters Henke, die in neuester Zeit wieder durch G. Hermann [17] verfochten wird, soll bei den Säugetieren die jeweilige rechte Geschlechtsdrüse männliche, die linke weibliche Keime liefern. — Noch zu erwähnen ist schließlich der einseitige oder laterale Hermaphroditismus, der sich bei Cyprinoiden (Karpfen) und Haussäugetieren, namentlich beim Schweine, häufig findet, bei dem auf der einen Seite eines Individuums die männlichen, auf der anderen die weiblichen Geschlechtsorgane vorhanden sind.

Im Blutgefäßsystem ergiebt sich eine beträchtliche Asymmetrie durch die allmählich immer schärfer werdende Trennung des Herzens in eine linke arterielle und eine rechte venöse Hälfte. Bei den Fischen ist sie noch nicht vorhanden; und hier sind denn auch das Herz und die davon abgehenden Gefäße noch streng symmetrisch. Bei den Amphibien sind bereits die Vorkammern scharf getrennt, während die Herzkammer selbst noch einheitlich ist. In Folge dessen sind auch die Gefäße noch ziemlich symmetrisch. Bei den Reptilien ist auch die Herzkammer, wenn auch noch unvollständig, getrennt; bei den Vögeln und Säugetieren ist diese Trennung vollständig, und damit ergiebt sich auch ein durchaus unsymmetrischer Verlauf der vom Herzen abgehenden, bezw. zu ihm zurückkehrenden Gefäß-Stämme. Dadurch, dass das Herz dann auch noch aus der Mittellinie herausrückt (beim Menschen, den Menschenaffen und dem Maulwurfe liegt es links [20, p. 43]) und, wie namentlich beim Menschen, eine schiefe Stellung bekommt, wird die Asymmetrie hochgradig. — Dass sich in den weiteren Verzweigungen der Gefäße, namentlich in den Haargefäß- (Kapillar-) Netzen mancherlei Asymmetrien ergeben, ist selbstverständlich und jedem Anatomen bekannt. — Auch die Milz rückt aus der Mittellinie des Körpers heraus, meistens, wie auch beim Menschen, auf die linke Seite [26, p. 27].

Das Nervensystem und die Sinnesorgane sind im Allgemeinen symmetrischer als die anderen Organ-Systeme. Allerdings ist beim Menschen die linke Hirnhälfte meist größer als die rechte; und dass der Verlauf der Nerven auf beiden Körperseiten nicht immer symmetrisch erfolgt, ist selbstverständlich. Von Sinnesorganen soll bei einigen Walen das rechte Auge größer sein, als das linke [20, p. 42]. — Vom Menschen wissen wir, dass in weitaus den meisten Fällen rechtes und linkes Ohr, rechtes und linkes Auge schon äußerlich nicht ganz gleich sind, dass aber namentlich deren Thätigkeiten sich auf beiden Seiten ungleich verhalten. Fast immer hört oder sieht das eine Ohr, bezw. Auge schlechter als das andere und wird leichter von Krankheit befallen. — Eine Art pathologischer Asymmetrie ist wohl die Erscheinung bei den halbhängeohrigen Kaninchen, bei denen das eine Ohr länger und breiter ist als das andere und daher herabhängt, während dieses aufrecht steht [9. I, p. 133]. Uebrigens hat diese äußere Un-

Digitized by Google

gleichheit weitere im inneren Bau, namentlich in dem des Schädels, zur Folge.

Auch bei der Haut und ihren Anhangs-Gebilden lassen sich Asymmetrien nachweisen. Beim Amphioxus sind die beiderseitigen Mantelfalten durchaus nicht entsprechend gleich. Wenn wir beim Menschen die Hautfalten und -Linien der beiden Körperhälften vergleichen, finden wir dasselbe. Namentlich schön können wir diese Ungleichheit bei den großen Linien der Handflächen sehen, aus denen Wahrsagerinnen uns unser Schicksal voraussagen wollen, und die wohl bei keinem Menschen auf beiden Seiten gleich sind. — Wie sich die Schuppen der Fische und Reptilien verhalten, weiß ich nicht. Die Federn der Vögel, mit Ausnahme der größeren Konturfedern, verhalten sich aber auf beiden Seiten nicht mehr ganz gleich, wie wir am schönsten beim Hahnenschwanze sehen können. Namentlich soll auch beim *Anarhynchus frontalis*, jenem oben erwähnten Vogel mit dem stark seitwärts gekrümmten Schnabel, das Gefieder unsymmetrisch sein [16, p. 19]. Indess fallen bei der Mauser wieder die entsprechenden großen Konturfedern auf beiden Seiten gleichzeitig aus. Wie sich die Haare im Allgemeinen verhalten, dürfte schwer festzustellen sein. Nur wo sie sich zu Stacheln vergrößern, lässt sich bei diesen leicht eine Asymmetrie beobachten. So wirft das Stachelschwein seine Stacheln nicht symmetrisch ab, sondern ganz unregelmäßig. Wenn wir uns einen Menschen näher betrachten, so sehen wir fast immer kleine Unterschiede in Färbung und Ausbildung der Kopfhaare, besonders deutlich am Barte; und Mancher muss sich die größte Mühe geben, seine beiden Barthälften wenigstens in ihren Umrissen möglichst gleich zu gestalten. Meistens ist die rechte Hälfte stärker entwickelt. — Bei den gepanzerten Wirbeltieren, den Schildkröten, Schuppen- und Gürteltieren, sind die Unterschiede in der Bepanzerung zwischen rechts und links leichter festzustellen, wenn sie auch oft nur gering und fast nur an dem Verlauf der Nähte zu erkennen sind. Größer sind sie dagegen wieder bei den Gehörnen und Geweihen, wie man sich an jedem ausgestopften Hirsche überzeugen kann. — Zu den Hautorganen gehören auch die Brustwarzen. Wenn davon überzählige vorhanden sind, sitzen sie sehr häufig nur auf einer Seite.

Hier wollen wir auch die Zeichnung der Tiere anschließen. Es ist eine merkwürdige Sache, dass bei den meisten Zoologen die Ansicht verbreitet ist, dass die Tiere symmetrisch gezeichnet seien [20, p. 36]. Das gilt, allerdings auch nur in mehr oder minder hohem Grade, für die niederen Tiere, namentlich die Gliedertiere, weniger für die Vögel, gar nicht für die Säugetiere und andere Wirbeltiere. Nehmen wir z. B. einen Stieglitz, so sehen wir die Zeichnung auf beiden Seiten ziemlich symmetrisch; gar nicht symmetrisch ist aber der rote Stirnfleck. Nehmen wir dagegen gefleckte Tiere, etwa einem Feuer-Sala-

Digitized by Google

mander *(Salamandra maculosa)* oder eine Unke *(Bombinator igneus)* oder eine Krustenechse *(Heloderma horridum)* oder einem Panther oder Jaguar, immer sehen wir eine recht große Unregelmäßigkeit in der Verteilung der Flecken. Dasselbe finden wir bei gestreiften Tieren, z. B. beim Zebra oder Tiger; auch hier ist der Verlauf der Streifen nichts weniger als symmetrisch.

Embryonal sind die Abweichungen von der Symmetrie meist nicht so stark oder gar nicht vorhanden. So legen sich z. B. Lunge, Herz, Magen, Leber u. s. w. embryonal völlig symmetrisch an. Auch die Anlage der Muskelbündel des Amphioxus, der Fische u. s. w. (siehe ob. S. 637) erfolgt symmetrisch [11, p. 606]. Die Ausbildung der Asymmetrie erfolgt erst später, meist allerdings schon gegen Ende des Embryonallebens. Dagegen ist die Körperform der Embryonen oft unsymmetrisch, da diese meistens mit einem minimalen Raume auskommen müssen. Namentlich trifft das natürlich für Tiere zu, die sich in einem Ei entwickeln. So sind die jungen Vögel spiralig gekrümmt [2, p. 13], die Schlangen legen sich in viele Windungen [20, p. 38].

Es erübrigt nun noch die Asymmetrie der Plattfische und die Rechtshändigkeit des Menschen näher zu betrachten. Bei den ersteren [22; 20] finden wir die einzig in der Tierreihe dastehende Erscheinung, dass die morphologischen Rücken- und Bauchseiten nicht den biologischen entsprechen. Das will heißen, dass das, was bei den Plattfischen Bauch oder Rücken zu sein scheint, in Wirklichkeit rechts und links ist, und, was rechts und links zu sein scheint, in Wahrheit Bauch oder Rücken ist. Die Plattfische legen sich also ständig auf eine Seite. Das hat vor Allem große Verschiedenheit in dem Aussehen der beiden Seiten zur Folge. Die biologische Bauchseite wird hell und farblos, bezw. weiß und zart; die biologische Rückenseite ist gefärbt, oft sehr lebhaft und bunt und mit zahlreichen Hautverknöcherungen versehen. Die einseitige Lage bedingt ein Schiefwerden des Mundes, der zugleich seitlich zu stehen kommt. Der After bleibt meistens an seiner Stelle; nur bei einigen Zungen (*Solea* etc.) rückt er auf die blinde Seite. Am auffallendsten ist das Hinaufrücken des zur unteren, farblosen Seite gehörigen Auges auf die obere gefärbte, meist etwas weiter nach hinten als das zu dieser gehörige. Auch die Nasenlöcher werden etwas unsymmetrisch, indem das der blinden Seite etwas hinter und über dem der sehenden sitzt. Die Flossen bleiben im Allgemeinen normal; nur bei einigen Zungen können eine oder beide Brustflossen fehlen. Natürlich sind mit Allem dem auch zahlreiche Asymmetrien im inneren Bau verbunden, namentlich im Gesichtsteile des Schädels. Die Stirn- und Kieferknochen sind besonders hochgradig asymmetrisch und mit letzteren ist es auch das Gebiss. So fand Marshall bei einer Scholle im linken Zwischenkiefer 23, im rechten nur 5 Zähne, im linken Unterkiefer 28, im rechten 5. Immer ist

Digitized by Google

naturgemäß die Bezahnung der Kiefer der unteren Seite stärker als die der oberen. Damit ist selbstverständlich auch eine Verschiedenheit in der Thätigkeit der beiden Mundhälften verknüpft. Nach Heincke frisst die zur unteren Seite gehörige Hälfte, während die der oberen Seite atmet. — Die Weichteile scheinen im Allgemeinen symmetrischer zu sein; indess ist das Gehirn etwas um seine Längsaxe gedreht, so dass die Teile der blinden Seite etwas höher liegen und größer sind, als die der sehenden. — Diese ganze Asymmetrie der Schollen ist nicht angeboren, bezw. bei den Jungen noch nicht äußerlich ausgeprägt. Sie sind noch symmetrisch, fangen aber bald an, sich immer auf eine Seite zu legen. Die Wahl dieser Seite wechselt bei den verschiedenen Gattungen. So wird bei den Butten (*Rhombus* u. s. w.) die rechte, bei den Schollen und Zungen (*Pleuronectus* und *Solea*) die linke Seite blind. Indess giebt es auch bei jeder Art eine Anzahl andersseitiger Individuen. Die Erklärung der Asymmetrie der Plattfische wird uns später zu beschäftigen haben.

Ueber die Rechtshändigkeit des Menschen sind die Ansichten sehr verschieden. Die einen halten sie für angeboren, die anderen für anerzogen. Auf jeden Fall lässt sie sich anatomisch begründen. Es giebt eine ganze Anzahl anatomischer Messungen, auf die einzugehen keinen Zweck hat, die aber beweisen, dass bei weitaus den meisten Menschen, annähernd 99%, der rechte Arm in seinen Knochen und Muskeln stärker ist als der linke; Knochen und Muskeln sind messbar schwerer. Umgekehrt, aber nicht so häufig, ist das linke Bein stärker als das rechte. Mit den Knochen und Muskeln der Gliedmaßen nehmen natürlich auch die dazu gehörigen Gefäße und Nerven, sowie die benachbarten Körperteile an Stärke ab oder zu, und so dehnt sich diese Asymmetrie über den ganzen Körper aus, wenn auch meistens durch Messungen nicht mehr nachweisbar. Wir können dabei zweierlei Asymmetrien unterscheiden, eine gekreuzte, bei der rechter Arm und linkes Bein vorherrschen, und eine einseitige, wobei beide Gliedmaßen einer Seite stärker sind als die der anderen. Indess ist die Stärke nicht allein maßgebend. So macht Budde [5] darauf aufmerksam, dass die meisten Menschen, wenn sie im Dunkeln eine Treppe steigen wollen, mit den schwächeren rechten Beine tasten, oder dass, während sie gewöhnlich mit dem rechten Bein abspringen, sie dann mit dem linken Beine abspringen, bezw. mit dem rechten Fuße zuerst den Boden zu berühren trachten, wenn dieser irgendwie Schwierigkeiten bietet. Es ist also das schwächere rechte Bein doch insofern das bevorzugte, als es zum Tasten dient und daher viel feiner mit Nerven versehen ist. Vielleicht beruht es auch auf der besseren Ausbildung der rechten Seite, dass die linke Gehirnhälfte gewöhnlich größer ist als die rechte.

Digitized by Google

Zur rein physiologischen Erklärung der Rechtshändigkeit dürfte das Verhalten der beiden großen Schlagadern genügen, die aus dem Herzen nach den Armen gehen. Die Aorta entspringt nach rechts vom Herzen und die rechte Schlüsselbein-Arterie (Subclavia dextra) ist die erste, die von ihr abgeht. Sie erhält also den stärksten Druck. Die linke Schlüsselbein-Arterie (Subclavia sinistra) ist dagegen erst die 4. von der Aorta abgehende Arterie. Dazu hat die rechte Schlüsselbeinader meistens gemeinsamen Ursprung mit der rechten Carotis, während die linke allein und für sich entspringt. Erstere bietet also der eindringenden Blutwelle eine viel weitere Oeffnung dar als letztere. Das Endergebnis dieser Unterschiede ist also, dass der rechte Arm besser mit Blut versorgt, d. h. ernährt wird als der linke. — Diese Verhältnisse sind so sehr durch die Vererbung befestigt, dass sie schon sehr früh im Embryonalleben auftreten.

Allein, könnte man nun fragen, sind nicht diese Unterschiede erst entstanden durch die Rechtshändigkeit? Die Frage dürfte wohl kaum bestimmt zu beantworten sein. Mir scheint, als dürfte man sie nicht unbedingt mit ja beantworten, wenn auch zugegeben werden muss, dass die Rechtshändigkeit die Unterschiede vergrößert habe, bezw. noch vergrößere, wie wir aus dem Schwankenden der Ursprungs-Verhältnisse der Gefäße entnehmen können. Eine Haupt-Ursache der Rechtshändigkeit scheint mir aber in der Lage des Herzens überhaupt zu liegen. Schon bei den Anthropoiden liegt es ja, wie wir gesehen haben, links; also darf man auch annehmen, dass es bei den anthropoiden Vorfahren des Menschen links gelegen habe. Sowie diese nun anfingen, zum aufrechten Gange überzugehen, musste, bei der freieren Beweglichkeit der Arme, notwendigerweise ein Unterschied zwischen links und rechts sich geltend machen. Wir fühlen leicht bei größeren Anstrengungen des linken Armes, namentlich bei räumlich großen Bewegungen, Unbehagen in der Herzgegend; und wenn wir zusehen, wie sich Knaben balgen, sehen wir immer, wie sie die empfindliche Herzgegend mit dem linken Arme zu schützen suchen, während der rechte Arm der Kampfarm ist. Budde, dem ich darin folge, fasst das zusammen in die Worte: „Der Gegensatz zwischen Schild und Schwert (Axt, Stein) erklärt den Unterschied zwischen den normalen Händen; links Ruhe, rechts Bewegung, links relativ Passivität, rechts lebhafteste Thätigkeit und dadurch erworbene Geschicklichkeit". So musste die rechte Hand immer mehr in Vordergrund treten.

Doch halte ich die Lage des Herzens nicht für die einzige Ursache der Rechtshändigkeit. Sie ist wohl selbst nur ein Teil der ganzen Ursache, der ganzen Asymmetrie des Körpers. Denn wir finden auch bei Tieren, deren Herz in der Mitte liegt, eine Asymmetrie der Gliedmaßen. So hat G. G. Guldberg [13] bei vielen mittelgroßen bis größeren Säugetieren Unterschiede in der Größe der rechten und linken

Digitized by Google

Gliedmaßen von 1 bis mehreren Millimetern Länge deutlich nachweisen können, beim Hunde, bei Füchsen, Hasen, Pferden, Flusspferden, afrikanischen Büffeln. Bei einer Menge Cetaceen fand er Unterschiede sowohl in den Vorderflossen, wie in der Schwanzflosse. Bei Adler und Birkhahn konnte er einseitige Asymmetrie feststellen, bei *Mergus merganser* gekreuzte. Bei kleinen Säugetieren und Vögeln ließen sich keine Unterschiede in der Größe der Gliedmaßenknochen nachweisen, wohl aber in ihrem Gewicht. Schließlich scheinen mir diese messbaren Größen-Unterschiede von geringerer Bedeutung, als etwa solche in der Ausbildung der Knochen, in ihrer Gestalt, in der Ausarbeitung ihrer Oberfläche, in der Stärke der Wand, der Knochenbalken der *Spongiosa* und schließlich der Weichteile. Dass solche Unterschiede vorhanden sind, sehen wir an den Bewegungen. Vom Menschen ist es längst bekannt, dass Verirrte Kreise beschreiben und so schließlich wieder an ihren Ausgangspunkt zurückkehren, wobei allerdings über die Richtung dieser Kreisbewegung keine Einstimmigkeit zu herrschen scheint. Nach Budde [5] werden die Kreise nach rechts beschrieben, da man mit dem rechten Fuß tastet und dadurch seine Schrittweite verkleinert. Nach Marshall [20] wird der Kreis nach links gegangen in Folge des Uebergewichtes der rechten Seite. Theoretische Erwägungen können die Frage wohl kaum entscheiden. Dagegen darf man wohl von vornherein behaupten, dass links- und rechtshändige Menschen nach verschiedenen Seiten gehen. F. A. Guldberg [12] hat dann darauf hingewiesen, bezw. durch Versuche nachgewiesen, dass auch Tiere solche Kreise beschrieben, und zwar jedes einzelne Individuum seinen besonderen Kreis. Dabei ist es einerlei, in welchem Medium sich das Tier bewegt, d. h. ob es geht, schwimmt oder fliegt, wie verirrt rudernde Menschen auch im Kreise rudern. Selbst Fische schwimmen, vom Lichte der Taucherglocken geblendet, in Kreisen vor diesen, nicht um sie, herum. Auch andere Beispiele für asymmetrische Bewegungsart sind bekannt. So springt das ungelehrte Pferd immer nach einer Seite im Galopp an. In Süddeutschland hat man auch vor den einspännigen Wagen nur 1 Deichsel, so dass das Pferd also seitlich angespannt wird, weil man der Ansicht ist, das Pferd gehe normal schief. Soviel ich weiß, wird es immer links von der Deichsel angespannt. Es gilt vielfach als ein gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen Hund nnd Wolf, dass der erstere seinen Schwanz nach links, letzterer nach rechts krümme. Im Allgemeinen dürfte das wohl auch richtig sein. Wenn wir einen großen Hund, bei dem natürlich Alles leichter zu beobachten ist als bei einem kleinen, beim Laufen beobachten, so sehen wir, dass seine Längsaxe immer einen, allerdings sehr kleinen Winkel mit seiner Bewegungsrichtung bildet. Dasselbe können wir jederzeit bei jedem anderen Tiere, gezähmten und wilden, im zoologischen Garten und im Freien beobachten. Auch von den

Digitized by Google

Walen wird berichtet, dass sie häufig auf einer Seite im Wasser ruhen oder schwimmen. Fische im Aquarium stehen meistens mit ihrer dorsoventralen Axe nicht ganz senkrecht im Wasser. Namentlich die Rundfische, Aale, Muränen, Grundeln liegen fast immer etwas schief auf dem Grunde und schwimmen auch so. Am besten sieht man alle diese seitlichen Bewegungen bei mäßiger Geschwindigkeit. Ist diese ganz langsam oder sehr rasch, so wird meistens die gerade, d. h. symmetrische Stellung eingenommen.

Wir müssen also aus diesen asymmetrischen Bewegungen der Tiere schließen, dass auch der Bau der Bewegungsorgane der Tiere, selbst da, wo es nicht direkt messbar ist, asymmetrisch ist oder wenigstens durch andere Organe asymmetrisch beeinflusst wird.

Wenn wir nun wieder zu den Plattfischen zurückkehren, so dürfte uns jetzt die Entstehung ihrer Asymmetrie leichter verständlich sein. Haacke [14, p. 378] meint, die Asymmetrie dieser Fische sei nicht phylogenetisch zu erklären, da nicht einzusehen sei, warum ihre Vorfahren sich nun gerade immer nur auf eine Seite gelegt und nicht abgewechselt hätten. Ich glaube, sie thaten ersteres und nicht letzteres im Prinzipe, wenn auch nicht im Speziellen, aus demselben Grunde, warum der Mensch meistens auf der rechten Seite schläft, in Folge der bei ihnen ja noch geringen, aber unzweifelhaft doch vorhandenen Asymmetrie ihres Körperbaues. Wenn Tiere sich einem Grund- oder Schlammleben anpassen wollen, so müssen sie sich entweder abplatten oder auf die Seite legen. Sonst können sie wenigsteus weder ihrer Nahrung nachgehen, noch sich den Nachstellungen ihrer Feinde entziehen. Die Schollen begannen damit, sich auf die Seite zu legen, wobei eine bevorzugt wurde, wie es jetzt noch ihre Jungen machen. Dass diese Annahme richtig ist, beweist, dass es auch umgekehrte Schollen giebt, d. h. solche, die mit der für ihre Art verkehrten Seite auf dem Boden liegen. Sie sind dasselbe unter ihren Artgenossen, was die Linkshänder unter den Menschen sind. Nur nebenbei will ich bemerken, dass mit der Ausbildung der Asymmetrie auch eine Verringerung der sie bedingenden Höhe stattzufinden scheint. Wenigstens sind nach Marshall [20] die niedrigen (schmalen) Zungen die am meisten, die hohen (breiten) Butten die am wenigsten unsymmetrischen.

Wenn wir nun einen kurzen Ueberblick werfen auf die Beteiligung der verschiedenen Organ-Systeme an der Asymmetrie, so sehen wir vor Allem, dass sie sich alle mehr oder minder daran beteiligen. Selbst diejenigen, auf denen die Form der Tierkörper beruht, das ein inneres Skelet bildende Knochensystem, wie das einen äußeren Panzer bildende Haut-System, sind nicht frei von Asymmetrien. Bei den älteren Autoren, Bronn, Bergmann und Leuckart, Pagenstecher werden immer die symmetrisch gelagerten animalen Organe zu den

Digitized by Google

mehr oder minder unsymmetrischen vegetativen Organen in Gegensatz gebracht. Wir haben aber sowohl bei den Bewegungs-Organen (höhere Tiere) als bei dem Nervensystem (Rundwürmer, *Phoronis*, Gehirn des Menschen) und selbst bei den Sinnesorganen (Tentakel und Fühler bei wirbellosen Tieren, Auge bei Walen, Auge und Nase bei Plattfischen) Asymmetrien nachweisen können. Man kann nicht einmal behaupten, dass die animalen Organe symmetrischer seien als die vegetativen; denn z. B. das Exkretions-System ist vielleicht am wenigsten unsymmetrisch. Am meisten sind es unstreitig diejenigen Systeme, die große Röhren bilden, namentlich Verdauungs- und Wassergefäß-Systeme. Aber auch sie sind nur dann asymmetrisch, wenn sie länger sind als der Körper, sich also in Windungen legen müssen. Aus demselben Grunde können auch andere Organ-Systeme asymmetrisch werden, wie etwa die Geschlechts-Organe, z. B. bei den Bandwürmern. So kann man wohl sagen, dass Organ-Systeme um so unsymmetrischer werden, je länger sie im Verhältnis zum Körper werden. Doch gilt dies eigentlich nur für unpaare Systeme; paarige können, selbst wenn sie recht lang werden, immer noch eine gewisse Symmetrie bwahren. Von welchen Umständen diese abhängt, werden wir später noch zu untersuchen haben.

Bergmann und Leuckart [2] sprachen die Vermutung aus, dass die asymmetrisch gelagerten Organe ihrem Gewichte nach symmetrisch verteilt seien. Marshall [20] schließt sich ihnen an. So wahrscheinlich diese Vermutung ist, dürfte sie doch wohl kaum beweisbar sein.

Ich habe zu Beginn dieses Aufsatzes erwähnt, dass die meisten Autoren, die sich mit den asymmetrischen Bildungen bei sonst symmetrischen Tieren beschäftigt haben, sie als Ausnahmen betrachten. So meint Bronn: „Es sind Zufälligkeiten, die eine einzelne Art oder Familie u. s. w. betreffen, ohne dass deren Grundtypus hierdurch zerstört wird“ [4, p. 71]. Später [4, p. 73] setzt er hinzu, dass sie nur bei sich langsam oder im Wasser bewegenden Tieren vorkommen könnten. Bergmann und Leuckart [2, p. 395] schließen sich ihm an, ebenso Marshall. Nur Pagenstecher nennt die bilaterale Symmetrie „nicht durchgreifend“ und findet sie mehr äußerlich. Ich habe oben drei Forderungen genannt, die festgehalten werden müssen, wenn wir asymmetrische Vorkommnisse bei sonst symmetrischen Tieren als Ausnahmen betrachten dürften. Die erste Forderung war, dass sie im Ganzen selten vorkommen. So lückenhaft nun auch meine Zusammenstellungen sind, so beweisen sie doch, dass diese Forderung nicht zutrifft. Die zweite Forderung war, dass sie bei dem einzelnen Tiere nur selten aufträten. Das ist wohl so bei vielen, namentlich Gliedertieren, nicht aber bei den höheren Wirbeltieren. Namentlich beim Menschen giebt es ihrer eine ganz stattliche Anzahl. Auch die dritte Forderung, dass sich keine Regeln für sie aufstellen lassen dürften,

Digitized by Google

trifft, wie wir soeben erst gesehen haben, nicht zu. Abgesehen ferner davon, dass sich meistens dieselben asymmetrischen Befunde bei fast allen Individuen einer Tierart wiederholen, kann man die vielen Fälle von Asymmetrien unter einige wenige bestimmte Gesichtspunkte bringen und darnach verschiedene Arten von Asymmetrien unterscheiden.

1. Individuelle Asymmetrie: Unterschiede zwischen rechts und links, die sich nur bei einzelnen Individuen finden und gänzlich regellos auftreten. Wir haben seither derartige Befunde gänzlich vernachlässigt. Beim Menschen können wir leicht solche Unterschiede beobachten, wie z. B. schiefen Mund, hohe Schulter u. s. w. Auch die meist einseitigen Muttermäler gehören hierher. Pagenstecher führt einen derartigen Fall von einem Dromedar-Skelette der Sammlung des Hamburger Naturhistorischen Museums an, bei dem eine starke Asymmetrie des Zungenbeines vorhanden war.

2. Asymmetrie der Ausbildung: Symmetrisch (paarig) vorhandene oder gelagerte Organe sind auf beiden Seiten ungleich stark entwickelt. Hierher gehören wohl die meisten, aber unauffälligsten Asymmetrien, namentlich die der animalen Organe. Sie können ihre Ursache im Leben der Individuen haben, als Folge von Gebrauch oder Nichtgebrauch, von bestimmter Körperhaltung u. s. w. Diese könnte man adaptive Asymmetrien nennen. Andere haben ihre Ursache in der Phylogenie der Tiere, wie z. B. die im Auftreten überzähliger, im Fehlen, im Verschwinden begriffener Organe u. s. w. (Hals- und Lendenrippen): phylogenetische Asymmetrien.

3. Asymmetrie der Lage: unpaar vorhandene Organe liegen nicht in der Mittellinie, sondern auf einer Seite. Beispiele finden sich in meiner Aufzählung genug. Ich weise namentlich hin auf die Verdauungsorgane, das Herz beim Menschen u. s. w.

4. Asymmetrie der Gestalt: die einzelnen Organe verteilen sich nicht in Hinsicht auf eine Mittelebene, so dass die Gestalt an sich, nicht durch verschiedene Ausbildung beider Seiten asymmetrisch wird. Hierher gehören ein großer Teil der Asymmetrien der Schnecken, die unregelmäßig gewundenen Röhrenwürmer und -Muscheln, die Lage der Embryonen von Vögeln, Schlangen u. s. w. im Ei.

5. Physiologische Asymmetrie: die Thätigkeiten der Organe sind auf beiden Seiten verschieden. Hierher dürften wohl auch viele der unter 4 genannten Erscheinungen zu rechnen sein. Ferner kann man eine lokomotorische Asymmetrie (Kreisbewegungen vom Mensch und Tieren) und eine pathologische Asymmetrie (Einseitigkeit der Migräne, des Lungenspitzenkatarrhs) unterscheiden.

Selbstverständlich soll nicht gesagt sein, dass die unterschiedenen 6 Arten der Asymmetrie scharf geschieden sind. Uebergänge, Kombinationen u. s. w. sind natürlich zahlreich vorhanden.

Digitized by Google

Ich glaube, im Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass man nicht ohne Weiteres von einem symmetrischen Baue der Tiere, wenigstens vieler Tiere, sprechen darf. Man dürfte wohl höchstens von einem symmetrischen Bauplane der Tiere reden, der im Einzelnen viele Störungen erfahren hat. Aber diese Ausdrucksweise hat wieder einen zu teleologischen Beigeschmack. Es bleibt also nichts Anderes übrig als zu sagen: Die meisten Tiere vereinigen in sich die symmetrische und die asymmetrische Grundform, wobei das eine Mal die eine, das andere Mal die andere überwiegt.

Zuletzt treten noch die Fragen an uns heran: Welche Grundform ist die ursprüngliche; und welches sind die Ursachen zu ihrer Ausbildung und zu der der Abweichungen von ihr. Die genaue Beantwortung dieser Fragen würde allein wieder ausführliche Untersuchungen beanspruchen. Hier daher nur einige Gesichtspunkte.

Was die letztere Frage, die nach der Ursache der Symmetrie oder Asymmetrie anlangt, so ist unzweifelhaft, dass die für erstere in der Bewegung zu suchen ist. Eine rasche und ausgiebige, kräftige und lenksame Bewegung ist nur bei der zweiseitig symmetrischen Grundform möglich, die wir Menschen ja auch allen unseren Bewegungs-Werkzeugen geben. Wir finden sie auch wenigstens äußerlich wieder bei allen in höherem Maße beweglichen Tieren. Und doch sind gerade bei ihnen sehr viele Abweichungen von der Symmetrie vorhanden. Ich erinnere nur an die Asymmetrien in dem das Wasser durchschneidenden Schädel der Wale, an die von Guldberg nachgewiesenen physiologischen Kreisbewegungen der Fische und Vögel. Entweder also hat hier die Ausbildung der Symmetrie noch nicht ihren Höhepunkt erreicht, oder es wirken ihr andere, mächtigere Kräfte entgegen. Für letzteres scheint der Umstand zu sprechen, dass die Embryonen der meisten Tiere symmetrischer gebaut sind als die Erwachsenen. Legt sich doch selbst die erste Furchungsebene der Eier schon in der Richtung der späteren Symmetrie-Ebene an [15, p. 146]. Einen ähnlichen Standpunkt vertritt Haacke [15, p. 23], wenn er sagt: „Asymmetrie ist das Ziel der Grundformenentwicklung, allseitige Symmetrie bildet ihren Ausgangspunkt", oder: „Wir sehen nun, dass die Abnahme der Symmetrie eine Zunahme der Organisationshöhe bedeutet". Thatsächlich sehen wir ja auch im Allgemeinen die höheren Tiere immer asymmetrischer werden: die Wirbeltiere sind viel asymmetrischer als die meisten Wirbellosen, namentlich auch die Gliedertiere; und unter jenen sind die Menschen wohl mit am unsymmetrischsten. Ich brauche auch nur an die höheren und niederen Weichtiere, speziell Schnecken, zu erinnern. Aber doch scheint mir diese Anschauung zu schematisch. Bronn steht z. B. auf dem entgegengesetzten Standpunkte. So sagt er einmal [4, p. 58]: „Die Strahlentiere gehen umsomehr in die symmetrische Form über, je höher sie entwickelt sind", ein ander Mal

Digitized by Google

[4, p. 71]: „Es ist bemerkenswert, dass solche in der Form minder entwickelten Tiere überall die unterste Stufe ihres Kreises, ihrer Klasse oder Ordnung bilden".

Es scheint auf den ersten Blick kein Grund zu der Annahme eines Wachstums-Gesetzes nach der Richtung einer vollkommenen Symmetrie vorhanden zu sein. Wenn wir aber die wunderbar regelmäßigen Gestalten der strahlig gebauten Tiere betrachten, für die uns doch kaum etwas Anders übrig bleibt, als die Annahme eines Wachstums-Gesetzes, das vielleicht in enger Beziehung zu der „Korrelation der Teile" steht, so ist wiederum kein Grund vorhanden, ein ähnliches Gesetz für die symmetrisch gebauten Tiere in Abrede zu stellen.

Immerhin dürfen wir wohl einstweilen in der Bewegung eine Hauptursache der Symmetrie, namentlich der zweiseitigen, suchen. Ihr Einfluss muss sich natürlich zuerst auf die Bewegungs-Organe und die äußeren Umrisse des Körpers erstrecken, die wir denn auch im Allgemeinen am meisten symmetrisch gebildet sehen. Von ihnen aus breiten sich diese gestaltenden Einflüsse der Bewegung auch auf die inneren Organ-Systeme aus, um so stärker, je mehr und inniger sie mit ihnen in Verbindung stehen.

Zum Schlusse noch ein paar Beispiele, die zeigen sollen, wie man sich auch in dieser Frage vor allzugroßem Schematismus zu hüten habe. Ich habe oben die Ansicht Bronn's erwähnt, dass Asymmetrien nur bei trägen oder bei Wassertieren vorkommen könnten. Abgesehen davon, dass von anderen Grundformen gerade die am regelmäßigsten gebauten Tiere im Wasser leben, sind z. B. die Fische im Ganzen symmetrischer als die Säugetiere. Im Gegensatze zu den asymmetrischen Scheeren der Landkrabben haben die Seekrabben ganz gleiche Scheeren. — Die Tiere mit besonders lebhafter oder ausgiebiger Bewegung, wie die Insekten, die Fische und Vögel, sind verhältnismäßig hochgradig symmetrisch. Festsitzende oder träge Tiere, wie Röhrenwürmer, Schnecken, Plattfische, sind oft sehr unsymmetrisch, namentlich auch Parasiten. Andererseits sei auf die hochgradige Asymmetrie in den Eingeweiden der Vögel und im Schädel der Wale hingewiesen, die nur verstanden werden kann, wenn man sich an die Annahme der symmetrisch verteilten Lasten hält, sowie daran, dass die Embryonen meist symmetrischer sind als die Erwachsenen, und dass deren Asymmetrie, wenn auch schon vor der Geburt beginnend, doch in der Hauptsache im postfoetalen Leben, d. h. mit der Bewegung, sich ausbildet. Ferner sind viele träge oder festsitzende Tiere, wie Balaniden, Muscheln, Käferschnecken, Brachiopoden, recht symmetrisch. Man gewinnt fast den Eindruck, als ob man diese Symmetrie auf Vererbung, die Asymmetrie der beweglichen Tiere auf besondere Anpassungen zurückführen müsse.

Auf jeden Fall haben wir gesehen, dass man nicht alle Fälle von

Digitized by Google

Vorkommen asymmetrischer Bildungen bei symmetrischen Tieren über einen Leisten schlagen darf. Es wird fürs Erste nötig sein, eine größere Anzahl einzelner Fälle durch besondere genaue Untersuchungen, an der Hand der erörterten Gesichtspunkte, klar zu legen. Die allgemeinen Gesetze werden sich dann von selbst ergeben.

Litteratur.

[1] Fr. Arnold (1845), Handbuch der Anatomie des Menschen mit besonderer Rücksicht auf Physiologie und praktische Medizin, 3 Bde., Freiburg i. Br., Herder, Bd. I.

[2] C. Bergmann und R. Leuckart (1852), Anatomisch-physiologische Uebersicht des Tierreichs. Vergleichende Anatomie und Physiologie, Stuttgart, J. B. Müller.

[3] Brehm's Tierleben (1890—93), 3. Aufl., Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut.

[4] H. G. Bronn (1858), Morphologische Studien über die Gestaltungs-Gesetze der Naturkörper überhaupt und der organischen insbesondere. Leipzig und Heidelberg, C. F. Winter.

[5] E. Budde (1898), (Rechts und links). In: Naturwissenschaftliche Plaudereien, 2. Aufl., Berlin, Gg. Reimer.

[6] M. Caullery et F. Mesnil (1897), Sur les Spirorbis; asymmétrie de ces Annélides et enchaînement phylogénique des espèces du genre C. R. Acad. Sc. Paris, T. 124, p. 48—50.

[7] C. Claus (1897), Lehrbuch der Zoologie, 6. Aufl., Marburg, N. G. Elwert.

[8] R. Collet (1871), On the asymmetry of the skull in Strix tengmalmi. Proc. zool. Soc., London, 1871, p. 739—743, 6 fig.

[9] Ch. Darwin (1868), Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Aus dem Englischen von J. V. Carus, 2 Bde., Stuttgart, E. Schweizerbart.

[10] C. Gegenbaur (1890), Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 2 Bde., 4. Aufl., Leipzig, W. Engelmann.

[11] Derselbe (1898), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen, Bd. I, Leipzig, W. Engelmann.

[12] F. O. Guldberg (1896), Ueber die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung, ihre Ursache, Phänomenalität und Bedeutung. Biol. Centralblatt, Bd. 16, S. 779—783.

[13] G. Guldberg (1896), Ueber die morphologische und funktionelle Asymmetrie der Gliedmaßen beim Menschen und bei den höheren Vertebraten. ibid. S. 806—813.

[14] W. Haacke (1893), Die Schöpfung der Tierwelt, Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut.

[15] Derselbe (1893), Gestaltung und Vererbung. Eine Entwickelungsmechanik der Organismen, Leipzig, T. O. Weigel.

[16] Derselbe (1897), (Pfauenfedern). In: Aus der Schöpfungswerkstatt, 2. Aufl., Berlin, Allgem. Verein für deutsche Litteratur.

[17] G. Hermann (1899), Sexualismus und Aetiologie. Beiträge zur Sexualphysiologie. Naturgeschichte der Geschlechtsliebe, Bd. 1, Leipzig, A. Strauch.

[18] R. Hertwig (1892), Lehrbuch der Zoologie, Jena, G. Fischer.

Digitized by Google

[19] A. Lang (1888—1894), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 4 Abteilungen, Jena, G. Fischer.

[20] W. Marshall (1895), (Ueber die Asymmetrie im Körperbau der Tiere, besonders der Schollen und ihrer Verwandten). In: Plaudereien und Vorträge. Erste Sammlung. Leipzig, A. Twietmeyer.

[21] E. v. Martens (1896), Unterschied zwischen Rechts und Links bei einigen Fischen. Sitzungsber. Ges. nat. Frde., Berlin 1896, S. 8—10.

[22] H. A. Pagenstecher (1875), Allgemeine Zoologie oder Grundgesetze des tierischen Baus und Lebens, 3 Bde., Berlin, Wiegandt, Hempel und Parey. Bd. I.

[23] H. A. Prochownik (1887), Messungen an Südseeskeleten mit besonderer Berücksichtigung des Beckens. Jahrb. Hamburg wiss. Anst., Jahrg. 4, 1886, S. 1—40, 4 Taf.

[24] S. H. Scudder and E. Burgess (1871), On asymmetry in the appendages of Hexapod Insects. Proc. Boston Soc. nat. Hist., Vol. 13, p. 282—305, 1 Pl. Abstr.: Amer. Nat., Vol. 5, p. 420—421.

[25] Carus Sterne (1886), Werden und Vergehen. Eine Entwicklungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung, 3. Aufl., Berlin, Gebr. Borntträger.

[26] R. Wiedersheim (1893), Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, 3. Aufl., Jena, G. Fischer.

[27] A. v. Zittel (1895), Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). München und Leipzig, R. Oldenburg.

Nachtrag. In Nature, Vol. 59 Nr. 1515 p. 29, 30, Nr. 1517 p. 76, Nr. 1519 p. 125 findet sich eine Diskussion über das Thema: Asymmetry and Vitalism, die mir leider nicht zugänglich ist. [66]

Was sind die Dominanten Reinke's?

Von **Oscar Loew.**

In einem kürzlich erschienenen Artikel, betitelt: „Gedanken über das Wesen der Organisation", erörtert Reinke[1]) die Frage, wodurch bestimmte Zellen oder Organe gezwungen werden, stets ein und dieselbe Arbeit zu leisten oder sich in bestimmter Weise zu differzieren, und gelangt zum Schlusse, dass es „intelligente Kräfte" sind, welche die „Energien lenken und sie zwingen, bestimmte Richtungen und Bahnen einzuschlagen". Diese leitenden Kräfte, die „Dominanten" Reinke's, bilden „einen Gegensatz zu den Energien und dürfen den Energien nicht beigezählt werden". Die Dominanten „beruhen auf der Konfiguration der Teile der Maschine, die in zweckmäßiger Weise ineinander greifen, um bestimmte Verrichtungen auszuführen".

Uns will bedünken, dass Reinke lediglich einen neuen Ausdruck für den uns noch unbekannten Aufbau des Protoplasmas verschieden funktionierender Zellen vorschlägt. Schreiber dieses hat schon vor langer Zeit (1887) für die nicht mehr mit Mikroskopen unterscheid-

1) Dieses Centralblatt, 19, 82.

Digitized by Google

bare Struktur zum Unterschied von den sichtbar differenzierten Teilchen, der Organisation, den Namen „Tektonik" vorgeschlagen und schrieb damals wörtlich[1]): „Unter Organisation einer Zelle versteht man die Differenzierung in Membran, Cytoplasma, Zellkern, Filarplasma etc., während das Wort Tektonik die spezifische nicht mehr sichtbare Anordnung der Eiweißmolekülе in einem bestimmten Protoplasma-Apparate ausdrücken soll. Diese Tektonik (Konstruktion der Maschine) ist natürlich um so verschiedener, je abweichender die Funktion des Apparats ist, und z. B. die Tektonik des Zellkerns eine andere wie die des Cytoplasmas, die des Chlorophyllapparats eine andere wie des farblosen Plasmas derselben Zelle. Man könnte eine Tektonik ersten, zweiten und dritten Grades aufstellen, die Micellartheorie Nägeli's zu Grunde legend".

Und erst kürzlich betonte es Schreiber dieses wieder: „Das Wesen der lebendigen Substanz wird in erster Linie durch Labilität und Organisation bestimmt; in einem gesetzmäßigen sich regulierenden Bewegungszustand in einem nach bestimmten uns noch unbekannten Gesetzen erfolgenden Aufbau (Tektonik) aus labilen Proteinen". Jene Labilität ist bedingt durch chemische Energie, welche wieder mit ganz bestimmten Atomanordnungen in Zusammenhang steht, während der spezifische Aufbau den „Dominanten" Reinke's entspricht. Jene chemische Energie führt zur Atmung und wird durch die so gewonnene kinetische Energie immer wieder verstärkt, wenn ein Verbrauch derselben stattgefunden hat. Andererseits ist es die spezifische Tektonik, welche die chemische Energie zwingt, hier z. B. Galle, dort Harz zu bilden, hier mechanische Arbeit zu leisten, dort auf einen Reiz zu antworten und da sich in Endoderm und Ektoderm zu differzieren. Außer Maschinerie und Energie noch „intelligente Kräfte" annehmen zu wollen, scheint uns lediglich ein Versuch, die Protoplasmastruktur noch dunkler erscheinen zu lassen, als sie schon an sich ist, und die Versicherung Reinke's, dass die hypothetische „Lebenskraft" als beseitigt anzusehen sei, kann uns nicht über diese Auffassung hinwegtäuschen". Die „Oberkräfte", denen sich „die Energie widerstandslos fügt", sind absolut nichts anderes als der spezifische Bau der Maschine. Eine Maschine ist keine „Kraft". Gravitation, chemische Affinität, Kohäsion sind „Kräfte", sie bestehen in Anziehung, statt, wie die Energien, in Bewegungszuständen[2]).

Weiter heben wir noch folgende Sätze aus Reinke's Abhandlung hervor:

„Durch das Vorhandensein von Dominanten, durch eine Dominantenstruktur, unterscheidet sich auch der einfachste Organismus von einer

1) Pflüger's Archiv, 40, 438.

2) Vergl. das Werk Grant Allen's: Force and Energy, London.

Digitized by Google

„Chemose", wie ich eine Verbindung oder Gemenge von Verbindungen nennen möchte, in denen lediglich chemische Energien vorwalten. Nun und nimmermehr darf daher der Organismus unter die Chemosen eingereiht werden". „Neben den an obigen Beispielen erläuterten chemischen und mechanischen Arbeitsdominanten finden sich aber in den Organismen noch Gestaltungsdominanten, und durch diese ragen sie hoch über die Maschinen hinaus".

Lange vor Reinke ist von Brücke u. a. anerkannt worden, dass die spezifische Struktur eines Protoplasten von fundamentaler Bedeutung für dessen Leistungen ist. Aber die kunstvollste Maschine kann keine Arbeit leisten, wenn die Quelle zur Erzeugung und Umwandlung kinetischer Energie fehlt. Im lebenden Protoplasma ist aber diese absolut nötige Bedingnng durch dessen labile chemische Beschaffenheit gegeben, wodurch die Atmung ermöglicht wird. Ein Protoplast ist daher ebensosehr „Chemose" als „Maschine" [1]).

Bei Diskussion der Keimbildung verwirft Reinke die Determinanten Weismann's und setzt dafür „intelligente Dominanten" ein, welche „vom Mutterorganismus abgelöst werden". Ob wohl die Biologen hierin die Anbahnung eines Fortschritts erblicken werden? [79]

R. Escherich, Dr. med. et phil., Zur Anatomie und Biologie von *Paussus turcicus* Frid. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilie.

Habilitationsschrift. Jena. Gustav Fischer. 1898.

Der erste Teil der vorliegenden Habilitationschrift ist einer eingehenden anatomischen Untersuchung des Ameisengastes *Paussus turcicus* gewidmet und bildet, da sich der Verfasser nicht nur auf das Studium des äußeren Chitinskelettes beschränkt, eine wertvolle Ergänzung zu den bisher über diesen seltenen Käfer veröffentlichten Arbeiten.

Auf Grund seiner anatomischen Befunde ist es Escherich nicht nur gelungen, die vielumstrittene Frage nach der systematischen Stellung der Familie der Paussiden befriedigend zu beantworten, es ergaben sich ihm aus den morphologischen Verhältnissen auch Anhaltspunkte, um einzelne biologisch wichtige Erscheinungen zu erklären.

Von Bedeutung zur Entscheidung der systematischen Fragen ist auch hier in erster Linie der Bau des Abdomens. Die Vergleichung des Paussiden-Abdomens mit dem der Caraboiden zeigt einerseits offenkundige Beziehungen zu den letzteren, auf der andern Seite ergab sich indessen, „dass sich die Paussiden von den ursprünglichen Familien (Cicindelen, Carabiciden) ziemlich weit entfernt haben und zwar in der Richtung, die durch die Rhysodiden angedeutet wird. Doch ist die Lücke zwischen den

1) Die chemischen Verhältnisse des lebenden Protoplasmas habe ich, dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft angemessen, in meiner Schrift dargestellt: Die chemische Energie der lebenden Zellen, München 1899.

Digitized by Google

Paussiden und Rissodiden unverhältnismäßig größer als die zwischen den letzteren und den Carabiciden". Auch in Bezug auf den Nahrungskanal ergab sich eine große Uebereinstimmung der Paussiden und Caraboiden und zwar besonders mit den landbewohnenden Familien der Cicindelen und Carabiciden. In beiden Familien finden wir übereinstimmend einen großen sackartigen Oesophagus, einen Kaumagen, einen kurzen Enddarm und 4 in denselben einmündende Malpighi'sche Gefäße.

Das männliche Genitalsystem stimmt im Wesentlichen mit dem von *Carabus* überein. Hier wie dort haben wir als Integumentderivat den unpaaren Ductus ejaculatorius, der sich in zwei gleich starke Aeste (Ektadenien) teilt; die Hoden stellen jederseits einen einfachen, in der Mitte erweiterten Schlauch dar, der in eine ziemlich große Samenblase mündet. Diese letztere fehlt wohl bei *Carabus*, doch ist dies mehr als gradueller Unterschied aufzufassen und fällt deshalb weniger in die Wagschale.

Im weiblichen Genitalapparat sind besonders die Beschaffenheit der Eiröhren von systematischer Bedeutung. Die einzelnen Eianlagen sind nämlich durch eine Zone kleiner Zellen (Dotterbildungszellen) von einander getrennt, so dass stets ein Eifach mit einem Fach Dotterbildungszellen abwechselt.

Dieses Verhalten ist nach Stein außergewöhnlich und findet sich nur bei den Cicindelen, Carabiciden und Dytisciden.

Auch das Nervensystem der Paussiden giebt keinen Anlass, diese Familie von den Caraboiden zu trennen.

Die Ganglienkette von *Paussus* besteht aus 7 Ganglien, ist also im Vergleich zu *Carabus* mit 12 Ganglien ziemlich konzentriert; wenn wir indessen in Anbetracht ziehen, dass diese Entwicklungsrichtung bei Dytisciden und Gyrididen noch weiter fortgeschritten ist, so sehen wir, dass ein Einwurf, der sich auf diese Eigentümlichkeit stützt, ebenfalls völlig hinfällig ist.

Alles in Allem genommen dürften diese Befunde außer Zweifel gesetzt haben, dass die Paussiden nach ihren anatomischen Merkmalen in die Familiengruppe der Caraboiden gehören. Sie stellen nach Escherich's Ansicht einen aberranten Zweig der Carabiciden dar.

Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit der Biologie des interessanten Käfers. Eine Reihe von Forschern hat sich bemüht, die Lebensweise der Paussiden festzustellen, ohne indessen vollkommen befriedigende Ergebnisse erhalten zu haben. Gueinzius machte zuerst die Beobachtung, dass die ihm bekannten Arten von *Paussus* sämtlich bei Ameisen parasitieren und von diesen ähnlich wie Aphiden gepflegt werden. Weitere Mitteilungen über den Aufenthalt der Paussiden bei Ameisen machte Roland Trimen, A. Raffray, C. A. Dohrn, Peringuey. Der letztere stellte fest, dass die *Paussus* mit Vorliebe solche Plätze aufzusuchen pflegen, an denen die Ameisen-Larven und -Puppen aufgestapelt liegen, dass der Käfer ein gefährlicher Larven- und Puppenräuber sei, und glaubte, dass er nur deshalb geduldet werde, weil die Ameisen sich vor seiner Bombardierfähigkeit fürchteten. Von einer Beleckung von Seiten der Ameisen gegenüber dem *Paussus* erwähnt der genannte Forscher nichts. Von Wasmann wird der *Paussus* zu den

Digitized by Google

„echten Ameisengästen" gerechnet. Er ist der Ansicht, dass der Käfer eine wirkliche gastliche Pflege von seiten seiner Wirte genieße und von ihnen gefüttert und beleckt werde.

Damit stimmen auch die eigenen Beobachtungen Escherich's überein. Er fand die Käfer in den von den Ameisen gebauten Gängen selten allein, meistens waren sie von einer größeren Anzahl von Ameisenarbeitern umgeben und bedeckt. Ein Teil der letzteren spielte mit den Fühlern des Käfers, während die übrigen eifrig damit beschäftigt waren, ihn an allen Körperstellen zu belecken. Die *Paussus* erfuhren dieselbe Behandlung wie das einzige Ameisenweibchen der Kolonie, sie ließen sich jede Liebkosung gefallen und zeigten eine äußerst phlegmatische Natur.

Dass *Paussus* eine besondere Vorliebe für die Larven seiner Gastwirte besitze, hat Escherich nicht beobachtet, es gelang ihm überhaupt schwer, den Käfer zur Nahrungsaufnahme zu bewegen. Auch das Bombardiervermögen der *Paussus* spielte bei den Versuchstieren Escherich's keine große Rolle. Das Verhalten der verschiedenen Ameisenarten gegen den *Paussus* ist recht verschieden.

In den *Pheidole*-Kolonien fanden auch aus fremden Nestern kommende *Paussus* freundschaftliche Aufnahme, während *Lasius alienus* im allgemeinen keine große Sympathien für die Käfer zeigte.

Zum Schluss stellt sich Escherich die Frage, welche Motive wohl den freundschaftlichen Beziehungen zwischen *Paussus* und *Pheidole*-Kolonien zu Grunde liegen mögen. Nach seiner Ansicht ist es weniger reine Genusssucht, welche die Ameisen veranlasst, um eines angenehm schmeckenden Sekretes willen den Käfer zu belecken, der Verfasser glaubt viel eher dieses merkwürdige Gebahren dem bei den Ameisen stark entwickelten Pflegetrieb, speziell dem Reinigungstrieb zuschreiben zu müssen. Der Käfer wird aber auch häufig von seinen Gastwirten anscheinend zwecklos im Nest herumgezogen, und Escherich sieht auch darin eine Aeußerung dieses Instinktes, und zwar desjenigen Zweiges desselben, der auf den Schutz der ihnen anvertrauten Wesen gerichtet ist. Die Ameisen üben sich an dem Käfer gleichsam ein, ihre Brut, wenn Gefahr droht, in Sicherheit zu bringen. Eine Fütterung des Käfers durch die Ameisen findet nicht statt, und es ist wahrscheinlich, dass sich der letztere entweder von der Ameisenbrut oder von der durch die Ameisen eingeschleppten Beute ernährt. *Paussus turcicus* wird somit von den Ameisen gepflegt, trotzdem dass er bei ihnen parasitiert. Ein solches Verhältnis findet sich, wie von Wasmann festgestellt wurde, merkwürdigerweise bei einer ganzen Reihe von Käfern, und er nennt alle Tiere, die eine solche Form der Gastfreundschaft bei den Ameisen genießen, „Symphilen" oder „echte Ameisengäste". Wasmann sieht in der Symphilie einen vernichtenden Beweis gegen die Selektionstheorie, Escherich hält diese Folgerung für unberechtigt, denn er bestreitet die Existenz eines durch natürliche Züchtung entstandenen Symphilieinstinktes und will in der Symphilie nichts anderes als eine spezielle Form des im Tierreich so mannigfaltig auftretenden Parasitismus erkennen. [86]

V. L.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. Oktober 1899.** **Nr. 20.**

Inhalt: **Schlater**, Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre. — **Steinmann**, Ueber die Bildungsweise des dunklen Pigments bei den Mollusken nebst Bemerkungen über die Entstehung von Kalkkarbonat. — **Oudemans**, Falter aus kastrierten Raupen, wie sie aussehen und wie sie sich benehmen. — **Kassowitz**, Allgemeine Biologie und die Einheit der Lebenserscheinungen.

Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre[1]).

Kritische Studie.

Von Dr. **Gustav Schlater.**

„Der Weg der heutigen Organ-Physiologie ist gerade und ausgesprochen, und wir stehen nicht fern vom Momente der völligen Erkenntnis des Lebens, als einer Association von Organen. Das Organ ist jedoch eine Symbiose von Zellen; seine Eigenschaften, seine Thätigkeit sind abhängig von den Eigenschaften und von der Thätigkeit der ihn zusammensetzenden Zellen. Folglich, hat die Organ-Physiologie ihre Erforschung, sozusagen, aus der Mitte des Lebens begonnen; der Anfang, der Boden des Lebens, liegt in der Zelle".

J. P. Pawloff.

(Bolnitschnaja Gasjeta Botkina, 1897, Nr. 48; russisch.)

„Man diskutiert und spricht nicht gegen die komplizierte Struktur als solche, sondern gegen das Zulassen elementarer, mit einer gewissen Autonomie begabter, Struktureinheiten in der Zelle. Man sieht die morphologische Zusammengesetztheit im groben oder toten Sinne des Wortes, und gewahrt nicht die biologische Zusammengesetztheit, welche sich hinter der zusammengesetzten morphologischen Struktur verbirgt".

S. M. Lukjanoff.

(Archives des sciences biologiques, T. VI, Fasc. 2, 1897.)

„Die Zelle erkennen wir als ein zusammengesetztes Ganzes an, weil sie aus Teilen zusammengesetzt ist, welche in biologi-

1) Vorgetragen in Form dreier Vorlesungen den Aerzten des Kronstädter Hafens, im Marinehospital zu Kronstadt (in Russland) im März 1899.

Digitized by Google

schem Sinne autonom und zum Teil von einander unabhängig, und welche unter einander durch die Gemeinschaft im Dienste des Zellenlebens verbunden sind".

S. M. Lukjanoff (Ibidem).

„...; on oublie un peu trop les travaux classiques, confirmés par des observations nombreuses et rèitérées. On prive ainsi les futures observateurs d'une base solide et sûre".

L. F. Henneguy.
(Leçons sur la cellule, 1896.)

I.

Nicht ohne ein gewisses Zagen mache ich mich an eine Schilderung des Themas: Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre. Ich weiß, dass die meisten Aerzte diesem von mir gewählten Thema ziemlich gleichgiltig gegenüberstehen. Einige halten sogar diese Frage für ziellos, ohne Bedeutung in der großen Gruppe der medizinischen Fächer, ohne direkte praktische Anwendung am Krankenbette und infolge dessen ohne Interesse für den praktischen Arzt. Andere haben dieselbe Meinung, gehen aber von einem anderen Standpunkte aus: Sie glauben, dass wenn auch die betreffende Frage eine direkte Bedeutung für die Heilkunst hätte, eine rein theoretische Bedeutung derselben, was hauptsächlich meine Aufgabe ist, für den praktischen Arzt ohne Bedeutung und infolge dessen ohne Interesse ist. Andere wieder wird die Frage vielleicht interessieren, sie sind bereit diese Studie zu lesen, um von den Pflichten des Arztes zu ruhen und auf einige Zeit ihre Gedanken ins Gebiet der reinen abstrakten Wissenschaft schweifen zu lassen. Wenn ich trotzdem den Wunsch äußerte, meine Gedanken den geschätzten Kollegen zu offenbaren, so war es in der Hoffnung, wenn auch nur teilweise das Unberechtigte jener Standpunkte zu beweisen; ihre Aufmerksamkeit auf diese brennende Frage der Biologie zu lenken, und zu zeigen, dass sie zweifellos eine große Bedeutung für den Mediziner hat, und wenn nicht morgen, so in nächster Zukunft, ihren wohlthuenden Einfluss auf die sogenannte praktische Medizin ausüben wird. Die heutige, noch allgemein verbreitete Einteilung der Medizin in praktische und wissenschaftliche Medizin ist ein Anachronismus, einer jener Anachronismen, an denen die heutige Wissenschaft reich ist. Gegenwärtig ist kein anderer Arzt denkbar, als ein wissenschaftlich gebildeter, und ist keine andere Medizin denkbar, als eine wissenschaftliche Medizin; und deshalb braucht sie nicht mehr dieses Epitheton. Wir dürfen nicht vergessen, dass der Arzt ein Naturforscher ist, ein Repräsentant der biologischen Forschung. Er muss genau den menschlichen Organismus kennen und verstehen, diesen allerkompliziertesten aller Organismen, welche unseren Planeten bewohnen, und mit welchem er es zu thun hat. Deshalb ist die Naturforschung mit der Medizin organisch, eng verknüpft, welche ja im Grunde nichts Anderes ist, als eine praktische Anwendung der Schlussfolgerungen und allgemeinen Prinzipien der Biologie am Krankenbette. Gedenken wir dessen, dass einer der größten Naturforscher, der unlängst verstorbene Louis Pasteur, welchen alle Mediziner kennen, und welcher der Medizin einen nicht zu unterschätzenden Nutzen gebracht, kein Arzt, sondern Chemiker war, und von Forschungen ausging, welche ursprünglich ein rein wissenschaftliches, theoretisches Interesse hatten. Es sei weiterhin an unseren Landsmann J. Metschnikoff gedacht, welchen die Aerzte ebenfalls als den

Digitized by Google

ihrigen anerkennen, und welcher gleichfalls kein Arzt, sondern Zoologe ist, ebenso an unseren Landsmann Chaffkin, welcher sein Leben dem Kampfe mit Cholera und Pest im Centrum dieser Feinde der Menschheit, gewidmet hat, und welcher gleichfalls kein Arzt ist. Endlich muss noch auf den ehrwürdigen Greis Rudolf Virchow hingewiesen werden, welcher, obschon Arzt, seinen größten Dienst der Medizin damit geleistet hat, dass er die Bedeutung und Tragweite der seinerzeit entstehenden Zellenlehre begriff und verwertete, gerade die Lehre, der Schilderung der historischen Metamorphosen und des gegenwärtigen Standes welcher meine Studie gewidmet ist Viele glauben, es genüge, wenn der Arzt mit der Anatomie und den Grundgesetzen der Physiologie vertraut ist, und dass solche Einzelheiten, wie die Zellen, für ihn keinen Wert haben. Das ist jedoch ein Irrtum, welcher durch einen einfachen Ideengang widerlegt wird. In dem Maße wie unsere Kenntnisse vom Bau und Leben des Organismus roh und unvollkommen sind, in demselben Maße roh, unvollkommen und wenig differenziert wird auch unser Verständnis der Genese und des Charakters der im Organismus vor sich gehenden pathologischen Prozesse sein. Und umgekehrt, je bestimmter, vollkommener und ausführlicher unsere Kenntnisse vom Bau und Leben des ganzen Organismus, sowie seiner einzelnen Organe und Gewebe sein werden, desto bestimmter, vollkommener und differenzierter wird unser Verständnis der pathologischen Prozesse sein. Und dass in solchem Falle alle Handgriffe der Heilkunst zielbewusster und nutzbringender sein werden, liegt meiner Meinung nach auf der Hand. Daraus folgt der Schluss, dass im Interesse eines zielbewussteren und nutzbringenderen Heilverfahrens ein nach Möglichkeit detaillierteres und zielbewussteres Erforschen, Kenntnis und Verständnis des Baues und des Lebens des Organismus notwendig ist. Und wenn uns nun die hervorragendsten Repräsentanten der gegenwärtigen Physiologie zeigen, dass wir im Interesse einer weiteren Erforschung des Lebens und einer weiteren Differenzierung seiner vielgestalteten Erscheinungen uns an die Zelle machen müssen, so ist es selbstverständlich, dass auch im Interesse einer weiteren Vertiefung in das Verständnis der pathologischen Prozesse die Zelle unser Ausgangspunkt sein muss, da ja die krankhaften Zustände, sozusagen, nur die Rückseite des Lebens ausmachen: Eine Grenze zwischen dem normalen und dem pathologischen Leben zu ziehen ist unmöglich, und die sogenannte allgemeine Pathologie ist im Grunde genommen eine rein biologische und keine medizinische Wissenschaft, aber eine Wissenschaft, welche für den Mediziner ebenso unumgänglich notwendig ist, wie die Physiologie und die Anatomie im umfassenden Sinne des Wortes, mit Einschluss der Histologie und Embryologie. Schwerlich wird Jemand den Nutzen jenes mächtigen Stoßes in Abrede stellen, welchen Virchow der Medizin mit seiner „Cellularpathologie“ gegeben hatte. Man wird diesen Nutzen nicht bestreiten, aber man wird sagen können, dass jegliche weitere Erforschung der Einzelheiten vom Bau und Leben der Zelle, dass eine jegliche weitere Differenzierung dieses Baues und der Lebenserscheinungen der Zelle, für die Aerzte ohne Bedeutung sind, und dass es vollkommen genüge, wenn wir in der Zelle eine einfachste, elementarste morphologische und biologische Einheit erblicken, und das Leben als eine Assoziation solcher Einheiten ansehen. Allein, abgesehen davon, dass auch dieser Standpunkt irrtümlich ist, genügt es darauf hinzuweisen, dass die Zellenlehre gegenwärtig eine radikale Umarbeitung durchlebt, dass sie sich ungemein stark entwickelt und verändert, und dass in diese Lehre neue Prinzipien eingeführt werden, welche einen großen Einfluss auf die ganze

Biologie ausüben, und ihrer weiteren Entwicklung einen mächtigen Anstoß geben werden. Und dass in solch einem Falle die Zellenlehre nicht ohne merklichen Einfluss auf die Medizin bleiben wird, beweist uns die Geschichte der Medizin, da jede neue Periode in der Entwicklung der Anatomie auch eine neue Entwicklungsperiode der Medizin zur Folge hatte. Auf diesen Zusammenhang hatte schon der scharfblickende Geist R. Virchow's hingewiesen. So sagt er in seiner „Cellularpathologie" folgendes: „Die Geschichte der Medizin lehrt uns ja, wenn wir nur einen einigermaßen größeren Ueberblick nehmen, dass zu allen Zeiten die eigentlichen Fortschritte bezeichnet worden sind durch anatomische Neuerungen, und dass jede größere Phase der Entwicklung zunächst eingeleitet worden ist durch eine Reihe von bedeutenden Entdeckungen über den Bau des Körpers".

Indem ich also vorläufig nur rein theoretische Kombinationen zu Gunsten der unbedingten Wichtigkeit solcher Wissenschaften, wie der Physiologie, Histologie und Embryologie, für den Mediziner vorgebracht, will ich damit durchaus nicht die Forderung gestellt haben, dass der Mediziner in allen diesen Zweigen der Biologie, wenn auch nur annähernd, Spezialist sei. Der Arzt braucht es nicht, ja es ist sogar vollkommen zwecklos, wenn er sein schon so wie so scharf arbeitendes Gehirn, mit einer Masse einzelner, kahler Thatsachen überbürdet. Allein das Leben fordert von ihm, dass er mit der wichtigsten Schlussfolgerung, mit den Grundprinzipien und mit den Hauptzügen der Entwicklung der heutigen Biologie, bekannt sei. Er muss dieselben geistig durchgearbeitet und richtig verstanden haben, er muss aus ihnen für das Verständnis des menschlichen Organismus einen gewissen Nutzen ziehen können, um zielbewusster und heilbringender an den kranken Menschen herantreten zu können. Der Zusammenhang, die Wechselbeziehung zwischen der biologischen Forschung und der Medizin sind zu innige und augenscheinliche als dass man sie negieren könnte. Dass aber die Aerzte noch sehr oft, nur machtlose Zeugen menschlicher Leiden sein müssen, darf sie nicht enttäuschen und darf nicht zu einer Negierung dieses innigen Zusammenhanges führen. Die oben vermerkte Pflicht des Mediziners, das Verständnis und eine richtige objektive Würdigung der Hauptfragen der Biologie, welche nötig sind, um aus der Biologie praktischen Nutzen zu ziehen, ist am leichtesten und am schnellsten auf dem Wege einiger, eigens dazu verfasster Vorlesungen, oder einer kritischen Studie zu erzielen. Besonders gilt das von der Zellenlehre. Keines der allergrößten neuesten cytologischen Werke, welche unsere Kenntnisse mit einer Fülle interessantester Thatsachen bereicheren, giebt uns eine richtige Würdigung und Charakteristik der ganzen Lehre, was für den Arzt besonders wichtig ist. Das ist zum Teil der Grund, warum ich mich entschloss, die Aufmerksamkeit der Kollegen in Anspruch zu nehmen.

Zu allererst gebe ich im Folgenden eine kurze Skizze der historischen Entwicklung der Zellenlehre. Sodann, von der ganzen Summe unserer Kenntnisse über die Zelle ausgehend, werde ich, nachdem ich etwas eingehender nur die morphologische Struktur der Zelle besprochen haben werde, in den Hauptzügen ein Bild des gegenwärtigen Standes dieser Lehre entwerfen, wie es sich mir zeigt, wobei ich auf die neuen Richtungen und auf die neuen Prinzipien hinweisen werde, welche in diese Lehre eingeführt werden. Nachdem ich sodann auf den Weg der weiteren Entwicklung der Zellenlehre hingewiesen haben werde, werde ich es versuchen, denselben demjenigen Wege

Digitized by Google

näher zu bringen und zu vereinigen, welchen die Medizin wandelt, indem ich in einigen Beispielen auf den Nutzen hindeuten werde, welchen die Medizin aus der Zellenlehre ziehen wird.

II.

Nachdem ich also auf das Ziel dieser Studie hingewiesen, müssen wir einen Blick auf die Vergangenheit der Cytologie thun und in aller Eile den Weg verfolgen, den die Entwicklnng der Vorstellungen und des Begriffes der Zelle gewandelt. Es gab eine Zeit in der Entwicklungsgeschichte der Biologie, in welcher jeder, sogar der allerkomplizierteste Organismus als unteilbare, undifferenzierte Einheit betrachtet wurde, und wo die Funktionen des Organismus nicht an bestimmte Systeme, Organe und Gewebe gebunden waren, sondern in der Vorstellung damaliger Gelehrter nur das Resultat verschiedenartiger Aufeinanderwirkungen und Kampfes gewisser abstrakter Kräfte, Flüssigkeiten oder Krasen, waren. Zwar gewahrten schon in den ältesten Zeiten, schon Aristoteles, Galenus u. a. wenigstens die grobe Gliederung des Organismus in Organe und Systeme, und sprachen von gleichartigen und ungleichartigen Teilen, jedoch ohne jegliches Verständnis der morphologischen und physiologischen Bedeutung dieser Teile, ihrer gegenseitigen Beziehungen und ihrer Beziehungen zum ganzen Organismus und ohne jegliche Systematisierung und Analyse. Obgleich schon im XVI. Jahrhundert der bekannte Anatom Fallopius in seinen: „Tractatus quinque de partibus similaribus“ eine bedeutende Anzahl von Geweben unterscheidet und beschreibt, wobei er ein jedes von ihnen zu charakterisieren und seine Eigenschaften und Besonderheiten zu bestimmen bestrebt ist und obgleich im Jahre 1767 Borden sogar ein ganzes Werk unter dem Titel: „Recherches sur le tissu muqueux ou organe cellulaire“, nur einer Gewebsart widmete, — so blieben doch die der Gewebseinteilung zu Grunde gelegten Prinzipien, und die Eigenschaften der Gewebe so zufällige, zwecklose und von der Wirklichkeit weit entfernte, dass alle diese Arbeiten nur den Boden für den, wirklich großen, Schritt vorwärts in der Entwicklung der Anatomie vorbereiteten, welchen der französiche Anatom Bichat im Morgenrot unseres Jahrhundertes that. In seinen Werken: „Traité des membres en général, Paris 1800“ und „Anatomie générale, 1801“ zerlegte Bichat als erster den Organismus in Organe, Systeme und Gewebe, wobei er dieselben vollkommen richtig und wissenschaftlich, vom morphologischen Standpunkte kennzeichnete, sowie ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften bestimmte. Der Schwerpunkt seiner Forschung besteht noch darin, dass er den Systemen und Organen eine gewisse Selbständigkeit und Autonomie in physiologischer Hinsicht zugestand. Die Gewebe wurden sozusagen zum Wohnort der Lebenseigenschaften, und verschiedene Lebensthätigkeiten des Organismus wurden in Zusammenhang und in Abhängigkeit gebracht von

Digitized by Google

den gegenseitigen Beziehungen und von der Thätigkeit der Gewebe. Obschon dadurch der Begriff der Gewebe streng formuliert wurde, so blieb trotzdem der ganze Organismus eine unteilbare Einheit, welche in einfachere selbständige Einheiten nicht zerlegt werden konnte; es war jenes einfachste Element, jene niedrigste morphologische Einheit, noch nicht gefunden, aus deren Summe sich die einzelnen Gewebe und Organe des ganzen Organismus zusammensetzen. Die Zelle war noch nicht aufgefunden, der vielzellige Organismus wurde noch als unteilbares Ganzes betrachtet. Lange blieb die Zelle den Blicken der Forscher verborgen, dank ihrer unansehnlichen Größe und der Unvollkommenheit der damaligen optischen Apparate, und nur dank der allmählichen Vervollkommnung derselben fingen alle Teile des Organismus an sich in verschiedenartige Säckchen, Bläschen, Kügelchen und Zellen zu differenzieren, wie zu verschiedener Zeit und von verschiedenen Forschern jene elementare morphologische Einheit benannt wurde, von deren wirklichem Wesen man noch bis zum zweiten Viertel unseres Jahrhunderts keine Ahnung hatte. Im XVII. Jahrhundert (1679) konnte der bekannte Naturforscher Malpighi, welcher sich mit den Pflanzen beschäftigte, den wabigen Bau gewisser Teile des pflanzlichen Organismus nicht unbemerkt lassen; er gewahrte sogar eine gewisse morphologische Unabhängigkeit der einzelnen Waben voneinander, welche er „Säckchen" (utriculus) nannte. Malpighi sah also die Zelle ohne jedoch ihr Wesen zu erkennen. Es vergehen 80 Jahre, und C. F. Wolff tritt im Jahre 1759 mit seinem in mehreren Beziehungen bahnbrechenden Werke hervor. Uns interessiert es besonders deshalb, weil dieser Forscher, wie man nach seinen Beschreibungen und aus seinen Abbildungen erkennen kann, klar und deutlich die Zellen sah und unterschied, wie im pflanzlichen, so auch im tierischen Organismus; im ersteren nannte er sie „Bläschen" oder „Zellen" und im zweiten „Kügelchen", und sehr oft sind in seinem Werke die Worte: „cellulositas, cellula, cellulosus . ." zu lesen. Um zu zeigen, wie klar C. F. Wolff die Zellen unterschied, von deren Wesen und biologischer Bedeutung er jedoch noch keine Ahnung hatte, führe ich zwei Citate an. Im ersten Teil seines Werkes sagt er z. B.: „In ausgebildeten Blättern, in der Samenkapsel der Bohne, und in den nackten Teilen der Pflanzen ergiebt sich bezüglich der Substanz der Bläschen bei Untersuchungen mit dem Mikroskop 1. dass alle Bläschen untereinander unregelmäßig zusammenhängen, 2. dass zwei einzelne Bläschen durch eine beiden gemeinsame Wand getrennt werden, 3. dass es größere, kleinere und verschieden gestaltete Bläschen giebt, die ein förmliches Zellgewebe herstellen". Im zweiten Teil, welcher der Beschreibung der Entwicklung des tierischen Organismus gewidmet ist, sagt er: „Die Teilchen, welche alle tierischen Organe bei ihrer ersten Anlage zusammensetzen, sind Kügelchen, die stets mit einem Mikroskop

Digitized by Google

von mittlerer Vergrößerungskraft unterschieden werden können". Wenn wir außerdem einen Blick auf die zwei beigefügten Tafeln werfen, so bemerken wir die Uebereinstimmung, die Aehnlichkeit, welche die auf denselben abgebildeten Zeichnungen mit den betreffenden Abbildungen neuerer Werke über Embryologie haben. Der ganze Unterschied besteht darin, dass in den Zeichnungen C. Wolff's keine strenge Differenzierung in den sie zusammensetzenden Zellen zu merken ist; die Zellen sind nicht scharf von einander geschieden, sondern das ganze Gewebe hat eine einförmige, wabige oder körnige Struktur. Dieser große Geist seiner Zeit sah folglich deutlich die Zelle, konnte dieselbe aber nicht begreifen, konnte ihr nicht die großen Rechte zuerkennen, welche sie später in der Entwicklung der Biologie erhielt. Ebenso farblos und formlos waren jene „cellules", welche Mirbel 50 Jahre später, d. h. im Jahre 1809 deutlich sah und beschrieb. Und erst Turpin im Jahre 1826, und Raspail im Jahre 1831 traten zuerst, wenn auch noch schüchtern für die Rechte der so lange nicht anerkannten Zelle ein. Raspail stellt schon den Begriff der einfachsten, elementaren Teileinheit der Organismen auf. Er meint, dass der einfachste, d. h. elementare Strukturbestandteil der Pflanzen und Tiere das Bläschen darstellt, welches er Zelle nannte. Diese Bläschen sind mit Lebenseigenschaften ausgestattet und haben die Fähigkeit ihresgleichen zu produzieren; sie bestehen aus einer Hülle (Membran) und Inhalt, können Gase und Flüssigkeiten einsaugen und ausscheiden, können mit einander zusammenschmelzen, sich verlängern und Röhrchen und Fäden bilden. Dieselben Ansichten entwickelte auch Dutrochet, nach welchem die Pflanzen sowohl als auch die Tiere aus Zellen zusammengesetzt sind, von teils sphärischer, teils veränderter Gestalt. Allein, obschon die Ansichten von Raspail und Dutrochet den rechten Keim der Zellentheorie in sich bargen, übten sie keinen besonderen Eindruck auf die damaligen Gelehrten aus, ebenso wie die Arbeit von Turpin (1826), und waren nicht im Stande die Zellentheorie wach zu rufen. Das war erst dem Botaniker Schleiden und dem Zoologen Schwann vorbehalten. Schleiden war der erste, welcher die Zelle aus ihrem organischen Zusammenhange mit ihresgleichen herausriss, ihr bestimmte Formen anwies, ihr ein bestimmtes Aeußere verlieh und ihr die Rechte auf eine morphologische und physiologische Selbständigkeit zugestand. Schleiden war der erste, welcher uns ein bestimmtes Bild der Zelle, als solcher, gab und den Begriff der Zelle genau und klar formulierte, indem er dieselbe als morphologisches und physiologisches Element, als Einheit niedrigerer Ordnung anerkannte, aus deren Summe alle Gewebe, alle Organe, endlich der ganze zusammengesetzte Organismus besteht. Als wesentliche Strukturelemente dieser einfachsten selbständigen Einheit wurden anerkannt: eine äußere Hülle, oder Membran, ein halbflüssiger Inhalt,

Digitized by Google

ein in denselben sich befindender Kern und das im Kerne enthaltene Kernkörperchen. Schleiden ging als Botaniker bei Schilderung des Zellschemas natürlich von Untersuchungen an Pflanzen aus, deren Zellen in den meisten Fällen wirklich eine scharf ausgebildete Membran besitzen. Nach einem Jahre erschien die Untersuchung von Schwann, welcher vom tierischen Organismus ausgehend, ebenfalls mit voller Ueberzeugungskraft für die Zellentheorie eintrat und für die Identität der Grundprinzipien im Bau der Pflanzen und Tiere. Die Schwann'sche Zelle besteht gleichfalls aus einer Membran, aus halbflüssigem Inhalte und einen Kern nebst Kernkörperchen; sie ist ebenfalls dasjenige Element, von welchem die Entwicklung aller Gewebe ausgeht, wobei sich jede Zelle aus dem Kernkörperchen bildet, welches wächst und sich in den Kern umwandelt, welch letzterer seinerseits sich zur Zelle weiter entwickelt, aus deren Summe die Gewebe zusammengesetzt werden. Indem also die Gründer der Zellentheorie die Rechte der Zelle als selbständiger Einheit niedrigerer Ordnung zur Geltung gebracht hatten, zwängten sie die Zelle gleichzeitig in eine enge für den Forschergeist eine zeitlang undurchdringbare Membran. Allein allmählich drang jener dennoch durch diese Hülle ins Innere der Zelle ein, im Bestreben ihren Bau und ihr Wesen näher zu erkennen. In den nächstfolgenden zwei Jahrzehnten musste die Zellentheorie, welche eine große Umwälzung in der Biologie zu Wege gebracht hatte, sich stärken, in alle Gebiete der Naturforschung eindringen und Wurzel fassen, und die ganze Biologie ihrem Einflusse unterwerfen. In diesem Zeitraume schritt die Erforschung der Zelle als solcher derart vorwärts, dass zu Ende der fünfziger Jahre die Identität des pflanzlichen und tierischen Protoplasmas mit der sogen. Sarkode der niedrigsten Organismen anerkannt wurde, was gleichbedeutend war mit der Anerkennung frei lebender Zellen, d. h. solcher Lebewesen, welche ihrem Baue und ihrem Wesen nach einer einzigen Zelle entsprechen. Zur selben Zeit verstand es der geniale Geist des Vaters der Pathologie, Rudolf Virchow in seinem Werke: „Die Cellularpathologie...", welches im Jahre 1858 veröffentlicht wurde, die Zellentheorie der Pathologie zu eigen zu machen, und die Zelle mit vollster Beweiskraft als Ausgangspunkt der Erforschung krankhafter Zustände der Gewebe zu bezeichnen. So war also die Grundidee der Zellentheorie von allen gewürdigt, aber die Zelle selbst musste noch eine große Reform durchmachen, bevor sie die Form annahm, in welcher sie noch gegenwärtig Anerkennung findet. Diese Reform verdanken wir hauptsächlich Max Schulze, welcher die Zelle von ihren engen Fesseln, der Membran, befreite, indem er zeigte, dass dieselbe kein wesentlicher Bestandteil der Zelle ist, wie man bis dahin glaubte, sondern ein totes, unwesentliches Element, ein Produkt der Zelle, und dass der wesentliche Bestandteil der Zelle das sogen. Protoplasma

Digitized by Google

mit Kern und Kernkörperchen ist. Die Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, welches mit allen Lebenseigenschaften begabt ist[1]). Das ist die von M. Schulze gegebene Formel. Es schien, dass damit der Begriff der Zelle seine volle Entwicklung erlangt habe. Man musste jetzt nur an diese Zelle herantreten und dieselbe einer vielseitigen Erforschung unterziehen. Und wirklich, von nun an war die Aufmerksamkeit der Repräsentanten aller Zweige der Biologie auf die Zelle gerichtet. Das Wort „Protoplasma" wich nicht von den Lippen, und die Zahl der Arbeiten, welche der Erforschung des Baues und des Lebens dieser elementaren Einheit lebendiger Substanz gewidmet wurden, ist eine so große, dass es unmöglich ist, dieselben alle durchzulesen. Diese Arbeit erwies sich als im höchsten Grade fruchtbar: Jeder Schritt brachte neue Beweise zu Gunsten der allgemeinen biologischen Bedeutung der Zellentheorie; jede Arbeit war ein neuer Hinweis auf die Zelle als Ausgangspunkt einer jeglichen weiteren Erkenntnis der Natur. Der Ruhm der Zelle stieg; sie selbst wurde immer komplizierter und komplizierter; in ihrem Körper, in diesem Klümpchen oder Tropfen lebendiger Substanz offenbarte sich den Forschern ein zusammengesetzter Bau, immer weitere Einzelheiten dieses Baues, und mit jedem Tage vertiefte sich die Wissenschaft immer mehr in die ganze Kompliziertheit der im geringen Volumen der Zelle vor sich gehenden Lebensvorgänge. Deshalb ist es nicht zu verwundern, dass das Grundprinzip der Zellentheorie sich immer mehr in den Forschergeistern fortsetzte, und dass es zu einem unantastbaren Dogma wurde; und der blinde Glaube an dasselbe ist so groß, dass sogar jeglicher Versuch einer Erneuerung der alten Formel einen fanatischen Widerstand erfährt.

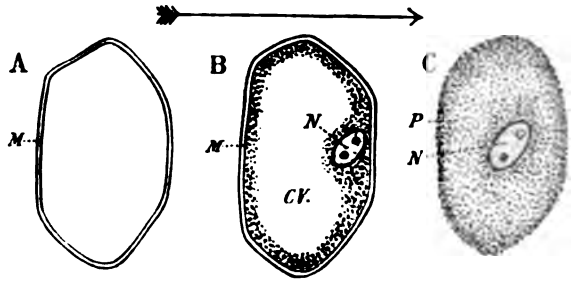
In diesen wenigen Zeilen schilderte ich in möglichster Kürze die Genesis der Zellentheorie. Es ist nicht außer Acht zu lassen, dass auf dem Wege des historischen Entwicklungsganges der Vorstellungen von der Zelle drei Stadien scharf hervortreten. Diese drei historischen

1) Malpighi, Anatome plantarum, 1679.
C. J. Wolff, Theoria generationis, 1759.
Mirbel, Exposition de la theorie de l'organisation végétale, Paris 1809.
Turpin, Organographie microscopique élémentaire et comparée des végétaux, Paris 1826.
Raspail, Essai de chimie microscopique, appliquée à la physiologie, 1831.
Dutrochet, Memoire pour servir à l'hist. anat. des animaux et des végétaux, 1837.
M. Schleiden, Beiträge zur Phytogenesis; Müller's Archiv, 1838.
Th. Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen, 1839.
M. Schulze, Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe; Arch. f. Anat. u. Physiol., 1861.

Digitized by Google

Entwicklungsstufen der Zelle treten ziemlich deutlich und charakteristisch auf beiliegendem Schema hervor, welches ich dem unlängst erschienenen Werke M. Duval's entlehne (M. Duval, Précis d'histologie, Paris 1897).

Fig. 1.



Die Abbildung A zeigt uns die Zelle zu Zeiten Malpighi-Wolff-Mirbel's. Sie wurde nur gesehen; man hatte noch keine Ahnung von ihrem Wesen. Sie war eine einfache Alveole, ein einfaches Bläschen, ohne jeglichen Inhalt. Nur ihre Hülle war bekannt. Die Abbildung B führt uns die Zelle von Schleiden-Schwann vor. Obschon die Zelle noch in eine Membran eingeschlossen bleibt, wird doch auch ihr Inhalt als wesentlicher Bestandteil anerkannt. Gleichzeitig erkannte man ihr Wesen: sie wurde als morphologische Einheit anerkannt. Endlich zeigt uns Fig. C die aus ihrer Hülle befreite Zelle. Das Wesentliche ist nicht die Membran, sondern ihr Inhalt, welcher nach der Anschauung M. Schulze's die wirklich lebendige Substanz, die lebendige Einheit niederer Ordnung ist. Wir müssen uns dieses Schema fest einprägen, da es uns in unseren weiteren Auseinandersetzungen von Nutzen sein wird, wenn wir, von diesem Schema ausgehend und dasselbe weiter entwickelnd, eine nicht zu unterschätzende Beweiskraft zu Gunsten unserer weiteren theoretischen Vorstellungen schöpfen werden. —

III.

Bevor ich jedoch an die Schilderung des weiteren Entwicklungsganges der Vorstellungen von der Zelle gehe, muss ich, wenn auch in ganz allgemeinen Zügen den Bau der Zelle entwerfen, wie er sich auf Grund des gesamten Thatsachenmaterials ergiebt. Ich beschränke mich auf die morphologische Struktur der Zelle, erstens, weil meine Studie nicht den Zweck verfolgt, die Leser mit den einzelnen, wenn auch im höchsten Grade wichtigen und interessanten Thatsachen bekannt zu machen, was jedes Handbuch thut; sondern ihr Ziel ist, wie gesagt, nur die gegenwärtige Zellenlehre im richtigen Lichte zu zeigen; und zweitens ist meiner Meinung nach, eine eingehende Erforschung der feinsten morphologischen Strukturverhältnisse der Zelle einer der zuverlässigsten Wege einer weiteren Erkenntnis des Zellenlebens, den

Digitized by Google

wir nicht umgehen können[1]). Ich werde mich jedoch nach Möglichkeit kurz fassen.

Von dem Momente an, wo die Zelle geboren und anerkannt wurde, waren hunderte von Augen bestrebt, mit Hilfe des Mikroskops in den Bau dieses geheimnisvollen selbständigen Teilchens lebendiger Substanz Einblick zn gewinnen. Schon bald wurden in diesem strukturlosen Protoplasmaklümpchen diese oder jene Differenzierungen wahrgenommen. Man fing an von verschiedenen Zellkörnelungen zu sprechen, von Fibrillen, Netzwerken, von Einschlüssen verschiedener Art, abgesehen von der Grunddifferenzierung der Zelle in das eigentliche Protoplasma, den Kern und das Kernkörperchen. Es entstanden in der Litteratur eine Menge von Hinweisen auf verschiedene Zellstrukturen, und zu Ende der achtziger Jahre gruppierte sich die ganze Menge einzelner abgebrochener Angaben in mehrere selbständige sogenannte Theorien vom Bau der Zelle, oder richtiger gesagt, des Protoplasmas.

Dank Heitzmann (1873), Klein (1878—1879) und Leydig (1883—1885) entstand die Theorie vom retikulären oder netzförmigen Bau der Zellsubstanz. nach welcher der wesentlichste Teil des Protoplasmas ein Netz ist. Dieses Netz besteht aus sich verzweigenden und mit einander anastomosierenden Fäden, füllt die ganze Zelle aus und bildet dadurch ein ganzes netzförmiges protoplasmatisches Gerüstwerk, deren Zwischenräume oder Maschen von einer halbflüssigen Substanz, dem sogen. Zellsaft, erfüllt sind, wobei diese Substanz einen unwesentlichen Bestandteil der Zelle ausmacht[2]). Die Grundidee dieser

1) Da meine Studie nicht den Zweck verfolgt, den Leser mit dem ganzen großen, das Zellenleben behandelnden Thatsachenmaterial, welches gegenwärtig gesammelt ist, vertraut zu machen, so verweise ich nur auf einige der besten und neuesten Handbücher, deren Kenntnis für jeden unbedingt notwendig ist, der sich für die Zelle und ihr Leben interessiert. O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe etc., 1892. — Derselbe, Die Zelle und die Gewebe. Zweites Buch, 1898. — M. Verworn, Allgemeine Physiologie; Ein Grundriss der Lehre vom Leben, 1895. — Ives Delage, La structure du protopiasma et les théories sur l'hérédité, Paris 1895. — S. M. Lukjanoff, Grundzüge der allgemeinen Pathologie der Zelle, 1890 (Russisch; ist ins Deutsche übersetzt). — L. Henneguy, Leçons sur la cellule; Morphologie et reproduction, 1896. — A. Gantier, La chimie de la cellule vivante, 1893. — In den hier angeführten Werken ist ein unermessliches, sogar mit theoretischem Gedanken beleuchtetes Thatsachenmaterial enthalten. Allein, ich kann nicht umhin, noch darauf aufmerksam zu machen, dass, um eine vollkommen richtige und vorurteilsfreie Vorstellung vom gegenwärtigen Stande der Zellenlehre zu gewinnen, wir uns nicht mit diesen Werken begnügen können, sondern auch eine direkte Einsicht in die wichtigsten einzelnen Spezialarbeiten nehmen müssen.

2) Die Litteratur dieser sowie der folgenden Theorien werde ich nicht anführen, da sie in den oben angeführten Werken zusammengetragen ist. Besonders bei: L. F. Henneguy, Leçons sur la cellule, 1896 (siehe das nach den Autoren alphabetisch geordnete Litteraturverzeichnis am Ende des Buches).

Digitized by Google

Theorie ist also die, dass das strukturlose Protoplasma in zwei morphologisch von einander differenzierte Substanzen geteilt wurde, wobei die aktive, physiologische Rolle, die Rolle von einer mit Lebenseigenschaften begabten Substanz, nur einer derselben zuerkannt wurde. Diese eine lebendige, im Grunde ihrerseits homogene Substanz ist es auch, welche die ganze Zelle in Form eines Netzes durchsetzt. Bezüglich seiner Architektur bietet dieses protoplasmatische Netz eine ungemeine Mannigfaltigkeit, nicht nur in verschiedenen Zellentypen, sondern auch in ein und demselben Zelltypus, sogar in ein und derselben Zelle während verschiedener Momente ihrer Lebensthätigkeit, dar. Alles, was die Maschen dieses vielgestalteten Netzes ausfüllt, stellt eine halbflüssige, strukturlose, biologisch indifferente Substanz dar. Da ich über den Kern noch sprechen werde, so bemerke ich nur, dass dieselben Vorstellungen auch auf den Kern übertragen wurden. Folglich ist das Schema des Zellenbaues nach dieser Theorie ein sehr einfaches. Diese Vorstellungen hatten ihre Anhänger, und in einer Reihe von Arbeiten ist vom retikulären Baue verschiedener Zellen die Rede. Ich bemerke noch, dass sich der Standpunkt Leydig's nur dadurch unterscheidet, dass er als wesentlichen, lebendigen, kontraktilen Teil der Zelle nicht das protoplasmatische Netz ansieht, sondern die in den Maschen lagernde homogene Substanz (Hyaloplasma). Das protoplasmatische Netz (Spongioplasma) betrachtet er nur als totes Gerüst oder Skelett der Zelle. Es sei noch der Ansicht des Botanikers Velten gedacht, welcher den von ihm gesehenen, mit den Heitzmann'schen Bildern identischen Strukturen eine etwas andere Auslegung giebt. Velten stellt sich vor, dass die ganze Protoplasmamasse aus der gegenseitigen Kreuzung und Vereinigung einer großen Anzahl von Bläschen oder Kanälchen von länglicher Form gebildet ist, welche mit einer homogenen halbflüssigen Substanz angefüllt sind. Der optische Durchschnitt der Wände dieser Röhrchen und Kanälchen täusch nach ihm die fragliche Netzstruktur vor.

Ungefähr zur selben Zeit entstand eine andere Theorie des Protoplasmabaues, welche wir hauptsächlich den Arbeiten des bekannten Cytologen W. Flemming verdanken, nämlich die Theorie vom fädigen oder fibrillären Bau des Protoplasmas. Schon im Jahre 1878 sonderte Flemming, die Zellen der Salamanderlarven untersuchend, den Zellenleib in einen wesentlichen, lebendigen, bestimmte Strukturen zeigenden Teil, und in einen unwesentlichen strukturlosen Bestandteil. Der erste ist aus einer Masse Einheiten zusammengesetzt, welche bald die Form längerer oder kürzerer homogener, gerader oder geschlängelter Fäden haben, wie z. B. in den Knorpelzellen, bald die Form von Fäden, welche aus einer Reihe aneinander geordneter feinster Körner zusammengesetzt sind, wie z. B. in den Eizellen; bald stellen diese Einzelheiten kurze Fäden mit einem dicken Kopfende dar, in der Art von Spermatozoen,

Digitized by Google

wie z. B. die Nervenzelle der Spinalganglien. Indem diese Einzelheiten, welche in einer homogenen Substanz liegen und die Zelle ausfüllen, sich kreuzen und sich verflechten, ohne jedoch zu anastomosieren, bieten sie zuweilen Bilder dar, welche Netzstrukturen vortäuschen. Im Jahre 1882 erschien das klassische Werk Flemming's: „Zellsubstanz, Kern und Zellteilung", in welchem fast Alles enthalten ist, was man zu der Zeit von der Zelle wusste. Flemming unterwarf die verschiedenartigsten Zelltypen einer Untersuchung, verallgemeinerte seine zum Teil schon früher erhaltenen Resultate und gründete darauf eine Theorie des Zellenbaues überhaupt. Den Hauptbestandteil des Protoplasmas, welcher die Form von Fäden hat, nannte er „Filarmasse" oder „Mitom", die übrige homogene Substanz „Interfilarmasse" oder „Paramitom". Den Standpunkt von Flemming nahm eine Reihe von Forschern an. Allein, ich muss sagen, dass ungeachtet dessen, dass Flemming bis heute eine vollkommen verdiente Anerkennung genießt, seine Theorie nicht so viele Anhänger hat wie die Netztheorie.

Jetzt einige Worte über die dritte, sogen. granuläre Theorie. Da jedoch von den Zellgranulationen weiter die Rede sein und diese Frage einzeln behandelt werden wird, verweise ich hier nur darauf, dass zur selben Zeit parallel mit der Netz- und mit der Filartheorie auch eine körnige oder granuläre bestand. Nach den Vorstellungen ihrer Repräsentanten ist als lebendiger wesentlichster Bestandteil des Protoplasmas eine Masse von Elementen anzusehen, welche die Form kleinster sphärischer Körnchen haben. Diese den ganzen Zellleib ausfüllenden Körner sind in eine strukturlose Grundsubstanz eingebettet, welche den zweiten, unwesentlichen Bestandteil des Protoplasmas ausmacht. Als Repräsentant dieser Theorie sei Arndt genannt, welcher schon im Jahre 1874 auf einen derartigen Bau der roten Blutzellen der Amphibien hinwies, und im Jahre 1881 dieselbe Vorstellung auf die Zelle überhaupt übertrug und sie zur Theorie erhob. Weiterhin ist Martin zu nennen, welcher sogar die Zellgranulationen mit den Mikrokokken verglich, weiterhin Béchamp, Maggi und Altmann. Alle diese Namen werden wir noch später zu nennen haben. Es sei nur noch auf eine Abart der granulären Theorie hingewiesen, welche sogar von Einzelnen als eine selbständige Theorie angesehen wird. Dieselbe ist auch im Jahre 1882 entstanden dank den Forschungen von J. Kunstler über den Bau der Infusorien, wobei derselbe seine Anschauung auf die Struktur der Gewebe überhaupt übertrug. Die Körner, welche auch er für die wesentlichsten lebendigen Elemente des Protoplasmas hielt, und welche er „sphérules protéiques" benannte, stellte er sich nicht als homogene Gebilde vor, sondern als aus einer festeren, dichteren, sphärischen Schicht mit halbflüssigem Inhalte, bestehend. Seine „sphérules" sind in einer homogenen Grundsubstanz gelagert, welche er „plasma" oder „sérosité" nannte. Je nach einer mächtigeren

Digitized by Google

oder schwächeren Entwicklung dieser Zwischensubstanz und je nach einer größeren oder geringeren Menge der „sphérules“ wird die ganze sichtbare Mannigfaltigkeit in den Strukturen der Zellen gebildet.

Es muss noch einer Theorie erwähnt werden, welche dem bekannten Protistologen O. Bütschli ihre Existenz zu verdanken hat, nämlich der sogen. alveolären oder Schaum-Theorie. Ich will hier nur erwähnen, dass Blütschli's Ansichten zum Teil aus einer direkten Untersuchung lebendiger Zellen erschlossen sind, jedoch hauptsächlich aus einem Vergleiche der Zellstrukturen mit den Schaum- oder Alveolärstrukturen, welche er auf künstlichem Wege erzielte, indem er eingetrocknetes Olivenöl mit Potasche, Kochsalz oder Rohrzucker vermischte. Bütschli stellt sich vor, dass die wesentliche, lebendige Substanz des Protoplasmas eine Flüssigkeit sei, welche aus Eiweißstoffen und Fettsäuren besteht; dass in dieser Flüssigkeit Alveolen oder Vakuolen von gegen 1 μ im Durchmesser in einer dichten Aneinanderreihung eingelagert sind, in welchen Flüssigkeit enthalten ist, und dass infolge dessen das ganze Protoplasma einen ganz eben solchen Bau aufweist, wie seine künstlichen Fettschäume. Dieser Bau kann in gewissen Fällen eine echte Netzstruktur vortäuschen. Die Vorstellungen von Bütschli, welcher seine Forschungen noch fortsetzt, haben auch ihre Anhänger gefunden, sogar sehr eifrige, auch heutzutage, besonders unter den Zoologen.

Es bestanden also in den achtziger Jahren in der Zellenlehre wenigstens vier vollkommen selbständige Theorien vom Bau des Protoplasmas, welche ganz gleiche Rechte genossen, was ihre Existenzberechtigung anbelangt. Allein alle diese Theorien, welche, sozusagen, die zweite Periode der Entwicklung der Zellentheorie abschließen, — wenn wir als erste Periode den Zeitraum von Schleiden-Schwann bis M. Schulze auffassen — haben eine vollkommen gleiche Charakteristik. Sie alle bekannten, dass im Protoplasma nur eine wesentliche, mit Lebenseigenschaften begabte Substanz enthalten sei. Und diese eine, in allen Teilen der Zelle gleiche Substanz, welche im ganzen Volumen derselben die gleichen Eigenschaften aufweist, bildet dank ihrer topographischen Verteilung in der Zelle alle die mit bewaffnetem Auge unterschiedenen Differenzierungen. Von diesem Grundprinzip der damaligen Zellentheorie geleitet, erkannten verschiedene Forscher nur diese oder jene von den vielen in der Zelle vorhandenen morphologischen Differenzierungen als wirklich wesentlichste, lebendige, protoplasmatische Substanz an, alle übrigen für unwesentliche und tote Bestandteile der Zelle haltend.

Bei Besprechung der Theorien vom Bau des Protoplasmas oder des Zellleibes habe ich des Zellkernes gar nicht erwähnt. Ich that es mit Absicht, um das allgemeine Bild nicht zu verdunkeln. Der Kern wurde von einigen Forschern schon zu der Zeit bemerkt, als

Digitized by Google

man vom Wesen der Zelle selbst noch keine Ahnung hatte. Den Kern sah der Vater der Mikrokopie, Leuwenhoek im XVII. Jahrhunderte; Fontana sah ihn im XVIII. Jahrhundert, aber erst im Jahre 1831 wies R. Brown auf die Bedeutung des Kerns und auf sein Vorhandensein in allen Zellen hin. Von diesem Momente an, d. h. vom Momente der Entstehung der Zellentheorie wurde der Kern als wesentlicher Bestandteil der Zelle anerkannt. Indem also der Kern einen von der übrigen Zellsubstanz getrennten und differenzierten Teil darstellt, tritt er ziemlich scharf hervor auf dem übrigen Fond des Zellleibes, dank einigen Besonderheiten seiner morphologischen, physischen und chemischen Eigenschaften und einer verhältnismäßig höheren Differenzierung seiner Strukturelemente. Die Bestandteile des Kerns verhalten sich etwas anders, als die übrige Zelle, den verschiedenen Reagentien und Farbstoffen gegenüber, und bilden durch ihre topographische Verteilung oft eine kompliziertere Architektur der ganzen Kernstruktur. Ich werde natürlich nicht der Masse interessantester Thatsachen und Beobachtungen über den Kern und seine Bestandteile Erwähnung thun, sondern deute nur an, dass auch den Bau des Kernes betreffend mehrere selbständige, von einander getrennte Anschauungen existieren, wobei diese Vorstellungen oft mit dieser oder jener Theorie von der Protoplasmastruktur in vollstem Einklang stehen. Ohne des weiteren davon zu sprechen, dass man sich anfangs den Kern als eine Blase mit dünner Membran und flüssigem homogenen Inhalte, in welchem das Kernkörperchen suspendiert sei, vorstellte, weise ich nur darauf hin, dass der Theorie von der Netzstruktur des Protoplasmas parallel wir auch eine Netzstruktur-Theorie des Kerns haben, wobei einige Forscher sogar die Kernkörperchen nicht für selbständige differenzierte Elemente, sondern für Knotenpunkte dieses Chromatin- oder Nuklein-Netzes hielten. Weiterhin sei an die Vorstellungen einer Fadenstruktur des Kerns gedacht, wobei die Chromatinsubstanz in den meisten Fällen, in Form eines ununterbrochenen und vielmals geschlängelten Fadens den ganzen Kern ausfüllend, Netzstrukturen vortäusche. Weiterhin bringe ich in Erinnerung, dass von Einigen auch die Körner für wesentliche Strukturelemente des Kerns gehalten wurden, und dass wir also auch eine Granulartheorie des Kernbaues hatten, wobei man sich die Granula in einer strukturlosen Grundsubstanz gelagert vorstellte. Von der Kernmembran und den Kernkörperchen abgesehen, wurde die sogenannte Chromatinsubstanz als der wesentlichste Besandteil des Kerns angesehen, d. h. diejenige Substanz, welche gierig die meisten Farbstoffe an sich zieht, ganz gleich, ob sich diese Substanz im Kern in Form eines Netzes, in Form von Fäden, oder in Gestalt von Körnern vorfindet. Der übrig bleibende Rauminhalt des Kernes wurde von einem unwesentlichen und toten Bestandteil, dem sogen. Kernsaft ausgefüllt, oder der homogenen Grundsubstanz. Allein die verhältnismäßig

Digitized by Google

kompliziertere Architektur des Kerns konnte nicht unbemerkt bleiben, und schon zur Zeit der Herrschaft obengenannter Theorien von der Protoplasmastruktur wurde mehrfach auf eine weitergehende morphologische Differenzierung der Kernbestandteile hingewiesen. Die Chromatinsubstanz erwies sich als in Gestalt von Granulis in eine andere, sich nicht färbende Substanz eingelagert, welche dem Kern eine Netzstruktur giebt. Dieses Netz wurde Linin, oder Karioplasma, oder in Vereinigung mit den anderen unfärbbaren Bestandteilen des Kerns und im Gegensatz zum Chromatin, achromatische Substanz genannt. Indem ich schon oben auf den Hauptcharakterzug der Zellenlehre in der zweiten Periode ihrer Entwicklung hinwies, muss ich noch einen Zug vermerken, welcher diese zweite Peride von der nächstfolgenden dritten, vorteilhaft auszeichnet. Oefter als jetzt wandte man sich damals an die lebendige Zelle; verhältnismäßig öfter beobachtete und untersuchte man sie unter mehr oder weniger normalen Existenzbedingungen, — wodurch auch der verhältnismäßige Reichtum an höchst interessanten und bedeutenden Thatsachen seine Erklärung findet, welche bei Würdigung der gegenwärtigen Richtung in der Cytologie von wesentlicher Bedeutung sind, meistens aber zu wenig Beachtung finden.

Mit allen diesen Theorien, von welchen ich soeben eine ganz allgemeine Skizze gegeben habe, sind natürlich Alle bekannt. Ein jedes der gegenwärtigen großen Handbücher über Histologie, und der speziell der Zellenlehre gewidmeten, spricht von ihnen. Ein Recht auf die Bezeichnung von Theorien hatten diese Vorstellungen zu der Zeit nur deswegen, weil sie zu gleicher Zeit bestanden, jede für sich, in einer mehr oder weniger reinen Form, von einander unabhängig und in einander nicht übergehend. Zu der Zeit dachte man sich, dass eine jede dieser Theorien für sich die anderen ausschließe; dass z. B. eine gleichberechtigte Existenz in einer Zelle, sagen wir einer Netz- und einer Granulärstruktur undenkbar sei; und wenn auch von Einigen eine gesetzliche Gleichberechtigung dieser Theorien anerkannt wurde, so natürlich in Anwendung auf verschiedene Zelltypen, und in keinem Falle auf ein und dieselbe Zelle. Alle, welche Vorlesungen über die Zelle vor ungefähr 15 Jahren gehört haben, erinnern sich natürlich dieser damals letzten Phase in der Entwicklung der Zellenlehre. Sie schloss die zweite Periode der Entwicklung der Vorstellungen vom Bau der Zelle ab, und es begann die dritte Periode, welche erst in den allerletzten Jahren eine mehr oder weniger deutliche und ausgesprochene Form angenommen hat und bestimmt charakterisiert werden kann. Mit jedem Tage wuchs das Thatsachenmaterial. Die verschiedensten Kombinationen der Fixier- und Färbemittel; die verschiedensten speziellen Neuerungen der mikroskopischen Technik ermöglichten es, eine ganze Reihe interessantester Thatsachen über die Einzelheiten des Zellenbaues zu den schon vorhandenen, ziemlich vielzähligen Be-

Digitized by Google

obachtungen anzureihen. Und je mehr das Thatsachenmaterial wuchs, desto mehr fingen die sog. Theorien vom Bau der Zelle oder des Protoplasmas an, ihre Bedeutung zu verlieren; es erwies sich allmählich, dass sie vollkommen ungenügend sind, um die ganze morphologische Differenzierung einer einzigen Zelle in sich zu fassen, und heutzutage führen diese Theorien, genau genommen, nicht mehr eine selbständige und unabhängige Existenz; heutzutage fangen sie an, nur ein historisches Interesse zu bekommen, in welchem Sinne von ihnen auch in einigen der besten neuesten Handbücher die Rede ist.

Es ist nicht mein Zweck an dieser Stelle die thatsächlichen Befunde selbst der wichtigsten und grundlegenden Arbeiten ausführlich zu besprechen; ich lasse sogar vollkommen unberührt solche Fragen wie den Mechanismus der sogen. karyomitotischen oder indirekten Zellteilung, welche Lehre, nebenbei bemerkt, die Frucht der letzten 12 bis 15 Jahre ist, und welcher in den neuesten Handbüchern viele Seiten gewidmet werden; ebenso die Frage nach den Centrosomen, welche bestimmte Organe der meisten Zellarten zu sein scheinen, eine Frage, welche mit der Karyokinese eng zusammenhängt, welche aber noch nicht genügend durchgearbeitet ist. Weiterhin muss ich die ganze Masse von Thatsachen über die feinsten Differenzierungen des Protoplasmas oder Zellkörpers und der einzelnen Bestandteile des in struktureller Beziehung komplizierteren Kerns, übergehen. Ebenso habe ich nicht im Sinne, auf eine schon ziemlich große Anzahl von Hinweisen, auf eine Anteilnahme der verschiedenen Strukturelemente der Zelle an verschiedenen physiologischen und pathologischen Prozessen, und auf die Veränderungen, welche sie dabei erfahren, einzugehen, obschon die hierher gehörenden Thatsachen uns nicht nur einige Einzelheiten der Zellenmorphologie zu erkennen geben, sondern auch eine nicht zu verkennende theoretische Bedeutung haben. Meine Absicht ist nur, mit wenigen Worten die Arbeiten der letzten Periode zu charakterisieren; auf die Hauptrichtung in der Entwicklung der Vorstellungen vom morphologischen Wesen der Zelle hinzuweisen; in den allergröbsten Zügen den Bau der Zelle zu entwerfen, wie er sich allmählich auf Grund, nicht einzelner Arbeiten, sondern der ganzen Summe von Arbeiten auf diesem weiten Gebiete zu erkennen giebt, und die Lehre vom Zellenbau in der Form wiederzugeben, in welche sie sich gegenwärtig zu kleiden beginnt.

Einer der ausgesprochendsten Charakterzüge aller nächstfolgenden Arbeiten über den Bau der Zelle besteht darin, dass fast eine jede von ihnen sich nur mit irgend einer Einzelheit des Zellenbaues, oder der in der Zelle vor sich gehenden morphologischen Umänderungen beschäftigt. So ist z. B. die Arbeit entweder nur dem karyomitotischen Prozesse gewidmet, oder sie handelt von den Centrosomen, oder von den Kernkörperchen, oder sie untersucht die Zellgranulationen, und

Digitized by Google

sogar nicht alle Granulationen, sondern oft nur bestimmte Körnelungen (in der letzten Zeit am öftesten die sogen. fuchsinophylen Granula R. Altmann's), oder endlich bemüht sich die Arbeit, oft von einer voreingenommenen Meinung ausgehend, zu beweisen, dass die Zelle nur eine der oben angeführten Strukturen besitzt, indem sie bald von Alveolen, bald nur von Fibrillen oder Fäden, bald nur von einem protoplasmatischen Netze handelt. Dabei muss vermerkt werden, dass die von sehr vielen Autoren über ein und dieselbe Frage erhaltenen Thatsachen oft einander widersprechen, oft einander auszuschließen scheinen. Es macht sich in der Litteratur die Bemühung bemerkbar in der Frage vom Bau der Zelle überhaupt, zu Gunsten nur irgend eines Strukturelementes der Zelle allein, die reale Existenz der übrigen Strukturen zu negieren. In letzter Zeit ist das besonders auf die Anhänger der Bütschli'schen Vorstellungen anwendbar. Solche Werke, welche die Frage vom Bau der Zelle objektiv und, nach Möglichkeit, erschöpfend behandelten, und welche, wenn auch in den allergröbsten Zügen ein klares und vielseitiges Strukturschema gäben, giebt es in der Litteratur, man kann sagen, fast gar nicht. Deshalb ist es sehr schwer sich im ganzen Chaos der Litteraturangaben zurecht zu finden; es ist nicht so leicht eine entsprechende und klare Vorstellung zu gewinnen. Es ist eine ernste und kritische Würdigung aller, in den meisten Fällen vereinzelten, ungenügenden und oft unklaren Thatsachen erforderlich. Hierfür liegen natürlich mehrere Gründe vor. Einer der Hauptgründe ist, meiner Meinung nach, die noch immer mächtige Herrschaft über die Gelehrtenköpfe, und deren vollkommene Knechtung durch das Grundprinzip der ersten Entwicklungsperiode der Zellentheorie. Der Gedanke, der Begriff der Einheit der Zelle, die Vorstellung vom Protoplasma, als eines Tropfens lebendiger Substanz, genießen noch eine so einwandsfreie Anerkennung und üben noch einen solchen Druck auf den wissenschaftlichen Gedanken bis heute aus, dass dadurch die oben angeführte Charakteristik (dieser Periode) im Wesentlichen ihre Erklärung findet. Weiterhin werden wir uns davon überzeugen, dass dieses Prinzip gegenwärtig gar keinen Boden unter sich hat. Es hat seine Schuldigkeit gethan; es bedarf einer eingreifenden Verjüngung und Erweiterung. Die anderen Gründe sind zum Teil in einer großen Mannigfaltigkeit der Zelltypen und Arten zu suchen, aber hauptsächlich in den Manipulationen der mikroskopischen Technik. Ein Charakterzug der letzten Entwicklungsperiode der Zellenlehre besteht unter anderem in einem gewissen Bestreben, in einer gewissen Jagd nach immer neuen Arten der Bearbeitung, der Fixation und Färbung der Untersuchungsobjekte. Fast jeder Forscher hielt es für nötig, ohne in genügender Weise die schon vorhandenen Handgriffe der Technik zu kontrolieren und auszuprobieren, seine eigenen, von ihm veränderten oder neu zusammengestellten Fixier- und Färbegemische

vorzuschlagen. Ich will damit natürlich den außer Zweifel stehenden Nutzen nicht in Abrede stellen, welchen die mikroskopische Technik der Erforschung der feinsten Strukturverhältnisse der Zelle gebracht hat. Allein, eine kontrol- und kritiklose Hingabe der Forscher an diese Handgriffe und an die durch dieselben erzielten Einwirkungen auf die Gewebe und deren Elemente; die Litteraturstreitigkeiten um die Verschiedenartigkeit der mit Hilfe heterogener Bearbeitungsmethoden erzielter Resultate; das Fehlen, oder richtiger gesagt, eine ungenügende Anwendung der vergleichenden Untersuchungsmethode bei Beurteilung mikroskopischer Bilder; sodann die in letzter Zeit in den Hintergrund getretene Untersuchung lebendiger, den Einwirkungen der mikroskopischen Bearbeitung nicht unterworfener Zellen, — alle diese Umstände zusammen genommen tragen auch daran Schuld, dass sich die Zellenlitteratur in solch einem chaotischen Zustande befindet. Dessen ungeachtet sind einzelne Fragen der Zellenmorphologie einer ziemlich eingehenden Untersuchung unterworfen werden; die Durcharbeitung derselben ist um ein Wesentliches in letzter Zeit fortgeschritten, und die ganze unermessliche Zellenlitteratur hat dennoch ein umfassendes und wertvolles Thatsachenmaterial zusammengetragen, dessen objektive und kritische Würdigung von großer Tragweite für die folgenden Forscher sein wird. Gleichzeitig muss die Thatsache vermerkt werden, dass die Litteraturangaben der letzten Jahre Hoffnung auf eine nahe friedliche Lösung aller heterogener Anschauungen in der Frage vom allgemeinen Bauplan der Zelle erwecken. Teils schon zu Ende der letzten Periode, und in den letzten Jahren immer öfter und öfter, wird für die Gleichberechtigung der verschiedenen Elemente der Zellstrukturen eingetreten, d. h. man äußert sich dahin, dass die Netzstrukturen, die Fäden, die Alveolen und, wenigstens ein Teil der Körner, gleichberechtigte Strukturelemente seien. Alle diese morphologischen Elemente können zusammen in jeglicher Zellart nachgewiesen werden; folglich sind sie alle lebendige, jeder Zelle eigene Elemente und stellen nur verschiedene Differenzierungsarten der Zellsubstanz in den Grenzen ein und derselben Zelle dar, und es liegt gar kein Grund vor dieselben für unwesentliche, tote Bestandteile, oder für Produkte der Zellthätigkeit zu halten. Gleichzeitig beginnt es sich herauszustellen, dass alle diese heterogenen Strukturelemente der Zelle in eine strukturlose Grundsubstanz eingebettet sind, dass diese Substanz dieselben zu einen Ganzen verbindet und dass infolge dessen, und dank dem zweifellosen Vorhandensein von Vakuolen in einigen Zellen, diese Grundsubstanz einen anscheinend wabigen Bau besitzt. Diese Umstände, diese in der Zellenlitteratur zu Tage getretene Erweiterung und Entwicklung der Ansichten vom Bau der Zelle gaben dem bekannten Anatomen W. Waldeyer die Möglichkeit, schon im Jahre 1895 ein Schema vom Bau der Zelle zu entwerfen, welches in seinen Hauptzügen der wirklichen

Digitized by Google

Sachlage vollkommen entspricht. Dieses Schema entwarf Waldeyer hauptsächlich auf Grund gedruckter Arbeiten und schriftlicher Mitteilungen von F. Reinke, sowie natürlich einer persönlichen, vollkommen objektiven Würdigung der gesamten Zellenlitteratur [1]). Die

1) Da die Vorstellungen von F. Reinke und W. Waldeyer den wirklich bestehenden Verhältnissen entsprechen, und in ihren Grundzügen dem von mir vertretenen Schema des Zellenbaues vollkommen gleich kommen, halte ich für angezeigt an dieser Stelle einige Auszüge aus den Arbeiten Reinke's und der prachtvollen Skizze Waldeyer's vorzulegen. Indem F. Reinke in seiner Arbeit: Zellenstudien; Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, Heft 3, 1894 den Kernbau behandelt und dessen anscheinend wabigen Bau beschreibt, sagt er: „Auch möchte ich andererseits wegen dieser Bilder keineswegs für die Bütschli'sche Plasmatheorie eintreten. Denn in diesem Wabenwerk liegen nach meiner Meinung einmal die Chromatinkörner und sodann die durch Lysol darstellbaren Körner" (seine Oedematinkörner). Von der gegenseitigen Beziehung von Kern und Zellleib sagt er: „Ich bin der Ansicht, das Linin entspricht dem Zellplasma und wird wie jenes durch die Einlagerung körniger Substanzen wabig oder schäumig". In seiner nächstfolgenden, im selben Jahre erschienenen Arbeit: Zellstudien, II. Teil; Arch. f. mikr. Anat., Bd. 44, Heft 2, 1894 spricht F. Reinke ausführlicher vom Bau der Zelle. Vom Kern sagt er: „Ich muss aber nach meinen in Teil I beschriebenen Befunden annehmen, dass es eine schaumige Struktur ist, in deren Lamellenwand ein durch Verdichtung derselben entstandenes fadiges Netzwerk, das stärker färbbar ist, verläuft, und als Inhalt dieser Waben nehme ich die Oedematinkörner an, die sicherlich halbflüssig und lange nicht so fest zu denken sind wie die Chromatinkörner". Von der morphologischen Beziehung des Kerns zum übrigen Zellleib äußert er sich folgendermaßen: „. . . vielmehr muss ich mich jetzt dahin aussprechen, das Gerüstwerk des Kerns, der Kernmembran und des Zellleibes sind eins und die Kernmembran stellt nur eine verdichtete, näher aneinandergerückte Partie desselben dar". Vom Bau des Zellleibes sagt er unter anderem: „Ich sehe nun in meinen Präparaten alle drei Dinge: Körner, Fäden, die zum Teil Netze bilden und schließlich Waben oder Schäume. Und ich für meinen Teil nehme an, dass in Wirklichkeit die protoplasmatische Grundsubstanz durch Einlagerung von Granulis, die teils fester, teils flüssiger Natur sind, in der That eine wabig-lamellose Struktur erhält, die aber natürlich theoretisch betrachtet etwas anderes ist, wie die von Bütschli angenommene, thatsächlich aber auf Aehnliches hinaus kommt. Diese Körnchen sind sicher vorhanden. . . Schließlich kommen im Protoplasma sicher Fäden vor, die sich aus der Grundgerüstsubstanz des Protoplasmas bilden". . . „Ich sehe demnach gar nicht ein, weshalb man alle drei Strukturverhältnisse nicht vollkommen ohne theoretische Voreingenommenheit nebeneinander als Thatsache gelten lassen will, wie das ja übrigens auch bereits vielfach geschieht. Wenn man die enorme Zahl der Leistungen des Protoplasmas in Betracht zieht, die wir kennen und dazu noch addiert diejenigen, die wir nicht kennen, so kann man sich doch unmöglich darüber wundern, dass wir für verschiedene Zwecke auch verschiedene Strukturverhältnisse finden". —

In seiner prachtvollen Skizze: „Die neueren Ansichten über den Bau und das Wesen der Zelle; Deutsche mediz. Wochenschr., 1895" schildert W. Waldeyer den Bau der Zelle folgendermaßen: „Was die feinere Protoplasma-

Digitized by Google

Mehrzahl der darauf erschienenen Arbeiten bis auf den heutigen Tag, lieferte eine Reihe von Beweisen, eine Reihe von Thatsachen zu Gunsten der angedeuteten Erweiterung und Komplikation unserer Vorstellungen vom Bau der Zelle, wobei vermerkt werden muss, dass der sogenannte Zellkern in dieser Hinsicht verhältnismäßig besser und eingehender

---

struktur anlangt, so ist diese, so weit wir wissen, in Mark und Rinde gleich. Wir finden in beiden eine Grundsubstanz, an der wir bis jetzt keine weitere Struktur mehr nachweisen können. . . . In diese Grundsubstanz sind nun entweder gröbere Granula verschiedener Art eingelagert, die als Produkte der Grundsubstanz aufgefasst werden und sich weiter differenzieren können zu Fettkügelchen, Dotterkügelchen, Sekretstoffen u. s. w., oder aber auch mehr flüssige Masse (Zellsaft). Infolge dieser Einlagerung wird somit der Aufbau der Grundsubstanz ein pseudowabiger; sie bildet dann die Wabenwände, die genannten gröberen Granula oder die Zellsaftmasse, den Wabeninhalt. In den Wabenwänden, also wieder in der Grundsubstanz, finden sich aber noch feinere Granula, die sich unter Umständen fädig aneinanderreihen. Diese feineren Granula sind es, welche sich zu den Sphärenfibrillen (im Markteil), zu Axenfibrillen von Nervenfasern, Muskelfibrillen u. s. w. umbilden können (siehe das vorhin Gesagte). „Auch diese feineren Granula sind also verschiedener Art". Waldeyer ist der Meinung, dass die im Protoplasma beschriebenen Fibrillen aus diesen rosenkranzartig aneinander gereihten feinsten Körnchen bestehen. Der Kern soll dieselbe Struktur besitzen. . . „Die Kernsubstanz besteht aus einer Grundsubstanz. . . In diese sind dreierlei verschiedene Granula eingelagert, wodurch sie ähnlich wie die Grundsubstanz des Protoplasmas pseudo-wabig wird. Die einen sind größer, als die übrigen und veranlassen also ein Wabenwerk oder Netzwerk mit größeren Räumen. Dies sind Reinke's „Oedematinkörner". . . In den Wänden dieses gröberen Pseudowabenwerkes liegen nun noch die Chromatingranula, wieder kleinere Waben schaffend, und M. Heidenhain's „Lanthaningranula". Diese letzteren sollen im ruhenden Kern Netze bilden, die den ganzen Kern gleichmäßig durchziehen. Sie gehen niemals mit in die Bildung der Chromosomen (bei der mitotischen Kernteilung) über. Die von ihnen gebildeten feinen Netze gehen nach Reinke in die sogen. Kernmembran ein und bilden diese; andererseits hängen nun auch die feinen Granulanetze des Protoplasmas mit der Kernmembran zusammen. Aber eine Identität der feinen Granula des Zellprotoplasmas will Reinke nicht annehmen. . . Ist die hier wiedergegebene Reinke'sche Vorstellung vom Bau des Zellprotoplasmas und der Kernsubstanz richtig, so folgt daraus, dass dieser Bau als ein im wesentlichen pseudowabiger, der durch Einlagerung von Granulis verschiedener Art in eine an sich nicht weiter strukturierte Grundsubstanz hervorgebracht wird, bezeichnet werden muss. . ." Ich muss nur noch darauf aufmerksam machen, dass ich schon im Jahre 1894 ein ähnliches Schema des Zellenbaues gab, ohne jedoch näher in eine Entwicklung desselben einzugehen. (Zur Morphologie der Zelle; Arch. f. mikr. Anat, Bd. 44, Heft 2). — Etwas eingehender, obschon von einem speziellen Standpunkte aus, habe ich dieses Schema im Jahre 1895 entwickelt, in meinem Buche: „Die neue Richtung in der Morphologie der Zelle und ihre Bedeutung für die Biologie", St. Petersburg, 1895 (Russisch); und weiter in meiner Arbeit: „Vom Bau der Leberzelle", St. Petersburg, 1898 (Russisch).

Digitized by Google

erforscht ist. Jetzt versuche ich es, auf Grund der ganzen Masse verschiedenartigster und einzelner Angaben der unermesslichen Zellenlitteratur, in den allergröbsten Zügen ein Schema des Zellenbaues zu entwerfen, wobei dieses Schema, sozusagen, einen Extrakt unseres heutigen faktischen Wissens und Zustandes dieser Frage darstellen soll. Eine annähernde Formulierung der Vorstellungen vom Bau der Zelle, welche wir zu geben im Stande sind, kann folgendermaßen ausgedrückt werden: Die Zelle hat sich als ein in morphologischer Beziehung ungemein kompliziertes und zusammengesetztes Gebilde herausgestellt. Ihr Inhalt, der Kern und das Protoplasma sind in mehrere Arten von Strukturelementen zerlegt worden, von welchen eine jede Art durch ihre bestimmten morphologischen, sowie physikochemischen Besonderheiten charakterisiert wird. Der Begriff der Einheit der Zellsubstanz, der Begriff des Protoplasmas, als eines Tropfens lebendiger Substanz muss verlassen werden, nachdem er nach Möglichkeit seine Schuldigkeit gethan. Die lebendige Substanz der Zelle hat sich in eine Reihe lebendiger Substanzen, eine jede mit ihrer eigenen Charakteristik, gegliedert. Was den Bau, die Architektur der Zelle anbelangt, so haben wir uns denselben, wie folgt, vorzustellen. Die Zelle ist aus mehreren Arten von Strukturelementen aufgebaut. Dieselben stellen die aktive, lebendige Zellsubstanz dar, und sind in Gestalt mehrerer selbständiger, von einander morphologisch und physiko-chemisch gesonderte Arten von Fibrillen und Körner, wahrzunehmen. Die wirkliche Existenz von Fibrillen, welche bald kurz, oder lang und geschlängelt, bald sehr dünn, oder dicker sein können, ist noch nicht bewiesen, sondern nur logisch erschlossen; die der Körner oder Granula jedoch kann für bewiesen gelten. Alle Arten dieser wirklichen, lebendigen Strukturelemente der Zelle sind untereinander zu einem Gebilde, der Zelle verbunden durch eine strukturlose Zwischensubstanz, welche den unwesentlichen Bestandteil der Zelle ausmacht. Dank dem Umstande, dass den größten Teil der Strukturelemente der Zelle verschiedene Körnerarten ausmachen, welche in diese Grundsubstanz eingestreut sind, erhält diese letztere einen anscheinend wabigen Bau. Allein, da der wabige Bau der Grundsubstanz nur in dem Falle augenscheinlich und vollkommen deutlich hervortritt, wenn wir uns die Körner aus derselben herausgenommen vorstellen, oder wenn die Körner bei der mikroskopischen Behandlung ungefärbt bleiben und in Gestalt der sogenannten Vakuolen hervortreten, so bezeichnete F. Reinke den Bau der Zelle als einen „pseudo-wabigen". Gleichzeitig werden wir aus den gegebenen Verhältnissen gewahr, dass die Fibrillen in der Grundsubstanz zwischen den Körnern gelegen sind, d. h. in der Intergranularsubstanz

Digitized by Google

Altmann's. Irgend ein bestimmter Abschnitt des Zellleibes ist vom übrigen Körper der Zelle abgesondert; er kann verschiedene Form haben (sagen wir sphärische), weist im ganzen denselben Strukturplan auf, zeichnet sich jedoch durch folgende Besonderheiten aus: Erstens, unterscheiden sich alle im Volumen dieses Abschnittes verteilten Körner, deren es drei selbständige Arten giebt (die sogen. Kernkörperchen nicht mitgerechnet), was gegenwärtig vollkommen bewiesen ist und von einer Reihe von Forschern anerkannt wird, in ihrem Verhältnisse den Farbstoffen gegenüber und in ihren Eigenschaften von den Körnern des übrigen Zellenleibes; weiterhin unterscheiden sich auch die Grundsubstanz und die in derselben verteilten Fibrillen in ihren Eigenschaften von denselben Gebilden des übrigen Zellenleibes; außerdem hat die Grundsubstanz an der Peripherie dieses Abschnittes in den meisten Fällen eine besonders mächtige Entwicklung und dichte Verflechtung der Fibrillen, auf diese Weise den genannten Abschnitt von der übrigen Zelle abgrenzend. Die eben gekennzeichneten Differenzierungen der Strukturelemente der Zelle in dem bezeichneten abgegrenzten Raume sind es, welche die jeder Zelle eigene Differenzierung derselben in zwei Hauptteile, in den Zellleib und den Kern, bewirken. Der soeben beschriebene, vom übrigen Teil der Zelle differenzierte und abgegrenzte Raumteil ist der sogen. Zellkern.

Eine ziemlich entwickelte Differenzierung aller genannter wirklichen Strukturelemente der Zelle, eine größere oder geringere quantitative und qualitative Entwicklung aller Körner und Fibrillenarten, und höchst wahrscheinlich auch der Grundsubstanz; die gegenseitigen Weehselbeziehungen aller dieser Elemente, und deren topographische Verteilung im Volumen der ganzen Zelle, bringen alle die scheinbar vielgestalteten Zellstrukturen zu Wege, welehe wir unter dem Mikroskope gewahren. Es ist vollkommen begreiflich, dass diese Vielgestaltigkeit eine sehr große sein kann, dank der großen Zahl der Kombinationsmöglichkeiten genannter Momente, von denen der Gesamtausdruck dieser oder jener Struktur abhängig ist. Allein, das Grundprinzip des Zellenbaues ist in allen Zelltypen ein gleiches, und das in kürze von mir soeben skizzierte morphologische Schema hat die Bedeutung eines allgemeinen Schemas vom Bau der Zelle überhaupt.

Wir überzeugen uns also, was für eine wesentliche Erweiterung und Umänderung unsere Vorstellungen vom morphologischen Wesen der Zelle in den letzten 15—20 Jahren erfahren haben, und was für theoretische Schlussfolgerungen dieselben nach sich ziehen. Oben gab ich schon die Formel, welche dem heutigen Stande der Frage entspricht. Ich bemerke nur noch, dass wir gegenwärtig berechtigt sind, zu behaupten, dass dieses neueste morphologische Schema der Zelle auch ihrem physiologischen Schema vollkommen entspricht. Wir verfügen gegenwärtig schon über eine genügende Anzahl von Angaben

Digitized by Google

darüber, dass der Zellleib, der Kern und die Kernkörperchen einerseits, wie auch die einzelnen, diese Zellabschnitte zusammensetzenden Strukturelemente der Zelle eine gewisse Autonomie, Selbständigkeit und Spezifität in physiologischem Sinne besitzen.

Wie schon gesagt, ist das entworfene, aus dem ganzen in unserer Verfügung stehenden Thatsachenmaterial mit einer logischen Notwendigkeit gefolgerte Schema vom Bau der Zelle auf alle Zelltypen ohne Ausnahme anwendbar. Wir wissen jedoch, wie ungemein vielseitig die Größe, Gestalt und Struktur der Zellen sind. Und ich habe auch auf die Momente hingewiesen, deren mannigfaltigste Kombinationen diese verschiedensten Strukturen zu Wege bringen. Es giebt z. B. eine ganze Reihe von Zellformen, in deren Struktur eine besonders große quantitative und qualitative Entwicklung der Körner hervortritt, und dieser Umstand giebt diesen Zellformen eine eigene, sozusagen morphologische Physiognomie. Ich habe die ganze Reihe von Zellformen des drüsigen Typus im Auge. — Weiterhin haben wir in einer Reihe von Nervenzellen solch einen Zelltypus, welcher neben einer mehr oder weniger mächtigen Entwicklung der Zellkörnelungen eine eigenartige spezifische Entwicklung eines Teiles der Fibrillen aufweist, die sich in besondere Elemente, in die sogen. Primitivnervenfibrillen umwandeln, welche eine derartige morphologische Trennung von der Zelle erreichen können, dass sie sogar als der Zelle selbst nicht gehörende Elemente erscheinen, wie es z. B. einer der besten Histologen der Gegenwart, der Ungar Stephan Apáthy behauptet. Es sei hier nur bemerkt, dass die Nervenzelle, aus vollkommen begreiflichen Gründen, dank der in letzter Zeit mächtigen Entwicklung der Nervenhistologie, Nervenpathologie und Psychiatrie, sich einer besonderen Beachtung im Vergleich mit den übrigen Zelltypen seitens der Forscher zu erfreuen hat. Allein, ungeachtet dessen, dass man hunderte von Arbeiten über den Bau verschiedener Nervenzellen aufzählen kann, und dass sich an die Bearbeitung dieser Frage unter anderen die besten zeitgenössischen Histologen gemacht haben (Flemming, Ramon y Cajal, van Gehuchten, Lenhossék u. a.), ist der Bau der Nervenzelle noch lange nicht genügend erforscht, obgleich wir uns schon mit vielen höchst wichtigen Thatsachen bereichert haben. — Weiterhin erinnere ich nur daran, dass es natürlich auch solche Zellen giebt, in welchen neben einer verhältnismäßig geringen Entwicklung der Körner, und sehr geringer Entwicklung der Fibrillen, eine mächtige Entwicklung der Grundsubstanz in den Vordergrund tritt, in welcher kleinste Vakuolen von sphärischer Gestalt eingestreut sein können. Solche Zellen haben natürlich ihr besonderes charakteristisches Aeußere. Solche Elemente sind hauptsächlich im großen Reiche der niedrigsten pflanzlichen Organismen vertreten. — Eine ganz eigenartige morphologische Physiognomie zeigen ferner die quergestreiften Muskel-

Digitized by Google

zellen. Die Frage vom Bau der Muskelzelle bedarf gegenwärtig einer eingehendsten Untersuchung, da der heutige Stand derselben noch sehr unbefriedigend ist. Vorläufig kann man nur sagen, dass wir hier höchst wahrscheinlich eine eigenartige, spezifische Entwicklung der Grundsubstanz, einesteils der Körner und wahrscheinlich auch der Fibrillen, vor uns haben. — Ich werde jedoch den Leser nicht weiter durch das Konstatieren rein morphologischer Verhältnisse ermüden. Das Gesagte genügt, glaube ich, um die Frage zu charakterisieren. Gleichzeitig ist daraus ersichtlich, welchen Weg die weitere Forschung einzuschlagen hat. Neben einer eingehenden detaillierten Erforschung der einzelnen Strukturelemente der Zelle muss die Wissenschaft an eine Klarlegung ihrer gegenseitigen morphologischen Verbindungen, ihrer Wechselbeziehungen und ihrer topographischen Verteilung im Volumen der Zelle, herantreten. Zum Schlusse bemerke ich noch, dass schon das rein morphologische Schema der Zelle uns die weitere Entwicklung unserer theoretischen Vorstellungen und Anschauungen vom Wesen der Zelle vorhersagt, eine Schilderung welcher ich in den nächstfolgenden Abschnitten geben werde. —

(Zweites Stück folgt.)

G. Steinmann, Ueber die Bildungsweise des dunklen Pigments bei den Mollusken nebst Bemerkungen über die Entstehung von Kalkkarbonat.

(Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.)

Es ist durch V. Faussek (Ueber die Ablagerung des Pigments bei *Mytilus*. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1898, 65, 122) experimentell festgestellt worden, dass die Entstehung und Verbreitung des Pigmentes bei *Ostrea*, *Mytilus* und andern Zweischalern nicht, wie bis dahin angenommen wurde, vom Einfluss der Belichtung, sondern von der Zufuhr sauerstoffhaltigen Wassers abhängig ist. Diese Ergebnisse der Untersuchungen Faussek's haben ihre Bestätigung in Experimenten gefunden, welche Steinmann vor mehreren Jahren angestellt hat. Steinmann zeigt, wie wir aus dem Folgenden ersehen werden, dass der Vorgang der Pigmentbildung sich auch außerhalb des Tierkörpers abspielen kann und dass derselbe einfach auf der Oxydation der aus der Lebensthätigkeit ausgeschalteten Eiweißstoffe beruht. Der Verfasser hatte in jenen Versuchen Hühnereiweiß in einer Lösung von schwefelsaurem Kalk oder von Chlorcalcium der Fäulnis überlassen und in Folge der Bildung von Kohlensäure und Ammoniak einen Niederschlag von Kalkkarbonat erhalten, dem die für viele Molluskenschalen bezeichnende fibrokrystalline Form eigen war. Die Restsubstanz des Eiweiß zeigte die Eigenschaften des Conchyolin, war aber anfänglich von milchweißer Farbe und behielt in Alkohol oder in der ursprünglichen Salzlösung aufbewahrt, diese Färbung Jahre lang bei. Eine Probe indessen, welche wiederholt mit frischem Wasser ausgewaschen und im dunkeln aufbewahrt worden war, zeigte die überraschende Erscheinung, dass sie mehr und mehr braun und schließlich fast schwarz wurde. Gleichzeitig verlor die Masse ihre weiche

Digitized by Google

elastische Beschaffenheit und wurde derjenigen Modifikation des Conchyolins immer ähnlicher, wie sie uns von dem Ueberzug der Unionenschalen und dem Ligament bei den Muscheln im Allgemeinen bekannt ist. Aus diesem interessanten Versuch und aus den Ergebnissen der Experimente Faussek's schließt Steinmann: dass die aus der Lebensthätigkeit des tierischen Organismus ausgeschalteten Eiweißstoffe in Folge bakterieller Zerlegung einerseits in Kohlensäure und Ammoniak, andererseits in eine in frischem Zustand elastische und weiche, sehr widerstandsfähige Substanz — das Conchyolin — zerfallen.

Kohlensäure und Ammoniak schlagen bei Gegenwart gelöster Kalksalze Kalkkarbonat nieder, welches, wenn es in einem zähen, elastischen Medium wie Conchyolin auskrystalliert in fibrokrystalliner Modifikation auftritt.

Das frische Conchyolin erleidet durch die Einwirkung des Sauerstoffs eine Oxydation, die von einer Braunfärbung begleitet ist. Dabei wird wahrscheinlich Kohlensäure gebildet. Die Entstehung des bei den Mollusken weitverbreiteten bräunlichen Pigments kann hiernach als ein Prozess aufgefasst werden, der sich geradeso wie die Kalkabscheidung außerhalb der eigentlichen Lebensthätigkeit des Tieres an den ausgeschalteten stickstoffhaltigen, leicht zersetzbaren Stoffen vollzieht.

Da nur die Zufuhr von Sauerstoff, wie die Experimente Faussek's und Steinmann's übereinstimmend zeigen, die Braunfärbung hervorruft und die Belichtung dabei keine Rolle spielt, so ist es verständlich, warum sich das braune Conchyolin auch an nicht belichteten Stellen des Tierkörpers vorfindet. v. L. [77]

Dr. J. Th. Oudemans, Falter aus kastrierten Raupen, wie sie aussehen und wie sie sich benehmen.

Vortrag, gehalten in der Versammlung der biologischen Sektion des VI. niederländischen Kongresses für Naturwissenschaft und Medizin zu Delft am 23. April 1897.

Es ist die allgemeine und wohlbegründete Annahme, dass der Reiz zur Entwicklung der sekundären Geschlechtscharaktere von der Geschlechtsdrüse ausgehe, so dass durch diesen Reiz nicht nur die sekundären Merkmale des einen Geschlechtes zur Entwicklung gelangen, sondern dass auch die des anderen Geschlechtes gleichzeitig in ihrer Ausbildung zurückgehalten werden. Zahlreiche Versuche und Beobachtungen haben die Richtigkeit dieser Annahme außer Zweifel gestellt, und es muss uns deshalb um so auffallender erscheinen, wenn uns in der vorliegenden Arbeit die Ergebnisse von Experimenten vorgeführt werden, die gerade das Gegenteil beweisen: dass nämlich bei Schmetterlingen die Kastration keinen Einfluss auf die Entwicklung sekundärer Geschlechtsmerkmale besitze.

Es ist bekannt, dass bei den Insekten und besonders unter den Schmetterlingen die Fälle sehr häufig sind, in denen auf einem und demselben Tier die sekundären Geschlechtsmerkmale beider Geschlechter vereinigt sind. Diese Merkmale finden sich dann entweder vermischt, oder aber auf je eine Hälfte des Tieres lokalisiert vor. Es ist indessen bis jetzt durch die anatomische Untersuchung nur in wenig Fällen festgestellt worden, inwieweit die Geschlechtsdrüsen solcher gynandro-

Digitized by Google

morpher Formen zwitterige Ausbildung zeigen und als Ursache für die Mischung der männlichen und weiblichen Charaktere im Habitus des Tieres betrachtet werden könnten. Die Resultate dieser wenigen Untersuchungen sind außerdem sehr verschieden gewesen, indem die Fälle, die für Hermaphroditismus sprechen, ebenso zahlreich waren als diejenigen, in denen zweifelslos kein solcher vorliegen konnte. Uebereinstimmend waren die Ergebnisse dieser Untersuchungen nur insoweit als in keinem Fall der Zustand der Geschlechtsorgane ein vollkommen normaler genannt werden durfte.

Um so verdienstvoller war es angesichts dieser sich vielfach widersprechenden Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand, dass sich Oudemans die Aufgabe stellte auf dem Wege des Experimentes zur Entscheidung dieser wichtigen Fragen beizutragen.

Es ist bekannt, dass bei Wirbeltieren durch Kastration sekundäre Geschlechtscharaktere zum Schwinden gebracht werden können. Auch bei *Stenorhynchus phalangium* Penn., einem stark sexuell-dimorphen Crustaceen, werden durch die Anwesenheit der *Sacculina fraissei* Giard, eines Parasiten, dessen Gegenwart die Degeneration der Geschlechtsdrüsen zur Folge hat, die Geschlechtsmerkmale des eigenen Geschlechtes unterdrückt, die des andern zur Entwicklung gebracht.

An Insekten ist in dieser Richtung bis jetzt noch nie experimentiert worden und die Versuche Oudemans sind daher als ein großer Fortschritt in der experimentellen Biologie zu betrachten. Der Verf. wählte zu seinen Untersuchungen die Raupen des Schwammspinners *Ocneria dispar*, bei dem der sexuelle Dimorphismus sehr stark ausgeprägt ist. Die Kastration wurde bei einem Teil kurze, bei einem andern längere Zeit vor der Verpuppung ausgeführt. Der operative Eingriff konnte sowohl von der Bauch- als auch von der Rückenseite mit Erfolg ausgeführt werden. Im ersteren Fall schnitt Oudemans die Bauchfüße des fünften Abdominalsegmentes ab und entfernte durch die dadurch entstandene Oeffnung die Geschlechtsdrüsen mittels einer feinen, gebogenen Pincette. Auf dem Rücken wurde die richtige Stelle des Einschnitts durch die roten Rückenwarzen angedeutet, welche sich gerade oberhalb der Drüsen befinden. Die Operation wurde, sowohl auf die eine als auf die andere Weise ausgeführt von den Raupen im ersten Jahre wenigstens recht gut überstanden. Im Jahre 1895 kastrierte Oudemans 32 Exemplare, von denen 23 die Operation überlebten. Weniger günstig gestaltete sich das Ergebnis im darauffolgenden Jahr, er erhielt von 54 kastrierten Individuen nur 9 Puppen.

In beiden Serien war die Operation bei einem Teil beiderseitig bei einem andern nur auf der rechten bezw. linken Seite ausgeführt worden und es war zu erwarten, dass bei den letzteren die sekundären Geschlechtscharaktere nur auf der Seite, wo die Geschlechtsdrüse noch erhalten war, zur vollen Entfaltung gelangen würden. Die Resultate waren indessen ganz andere: Man konnte bei keinem einzigen kastrierten Tier auch nur die geringste Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten erkennen. Nicht minder erstaunlich ist es ferner, dass der Kopulationstrieb der Männchen nicht, oder nur wenig geringer war als bei normalen Tieren, und dass stets eine Kopulation stattfand. Ferner wurde beobachtet, dass alle Weibchen, sowohl die einseitig als

Digitized by Google

die beiderseitig kastrierten, und unabhängig davon, ob sie sich gepaart hatten oder nicht, bald anfingen in ganz normaler Weise die Wolle der Hinterleibsspitze abzusetzen, wie es die unverstümmelten Weibchen bei der Eiablage zu thun pflegen, allein es enthielt natürlich nur die Wolle Eier, welche von den einseitig kastrierten Weibchen abgelegt worden war. Angesichts dieser, jeder Erwartung widersprechenden Ergebnisse frägt sich Oudemans mit Recht, was man nun eigentlich als den Reiz zu betrachten habe, welcher hier die Bildung der sekundären Geschlechtsmerkmale veranlasst? Anstatt eine entgiltige Lösung dieser Frage herbeizuführen, der man so nahe auf der Spur zu sein glaubte, verwicklen uns die Ergebnisse der Oudemans'schen Experimente in neuen Widerspruch mit den schon ziemlich feststehend gewordenen Anschauungen.

Ein weiterer ganz interessanter Befund der Oudemans'schen Experimente war der, dass die Eier von Weibchen, welche sich mit vollkommen kastrierten Männchen kopuliert hatten, ausschlüpften, oder wenigstens ausgebildete Räupchen enthielten, während solche von Weibchen, welche nicht kopuliert hatten, sich auch nicht weiter entwickelten. Was kann nun, wird man fragen, die Ursache sein, dass ein Teil der Eier ausschlüpfte, ein anderer nicht? Dass die Kastration unvollkommen ausgeführt worden wäre, ist nach den Ausführungen des Experimentators nicht anzunehmen. Ist es nun reiner Zufall, dass nur die Eier der kopulierten Weibchen die Fähigkeit hatten, sich parthenogenetisch zu entwickeln, oder ist durch die Kopulation, eventuell durch ein Produkt der Nebendrüsen, ein Reiz ausgelöst worden, der die parthenogenetische Entwicklung förderte? Dies alles sind neue Fragen, die nur durch zahlreich wiederholte Versuche derselben Art gelöst werden können. — v. L. [87]

Max Kassowitz, Allgemeine Biologie.

Erster Band. Aufbau und Zerfall des Protoplasmas.
Gr. 8. XV und 411 Seiten. Wien. Moritz Perles. 1899.

Derselbe, Die Einheit der Lebenserscheinungen.

Zwei Vorträge, gehalten im Wiener physiologischen Klub am 22. und 29. November 1898. Abdruck aus der „Wiener med. Wochenschrift", Nr. 48—51, 1898.
Gr. 8. 38 Seiten. Wien. Moritz Perles. 1899.

Es herrscht augenblicklich ein spekulativer Geist in der Biologie. Die lange Vernachlässigung der Philosophie, welche nach den verfehlten Versuchen der Naturphilosophen unter den Naturforschern Platz gegriffen hatte, hat, so scheint es, einer neuen naturphilosophischen Schule den Boden bereitet. So kommt es, dass man immer neuen Versuchen begegnet „das Rätsel des Lebens", das freilich durch die mühsame Kleinarbeit des experimentierenden Physiologen wie des mikroskopierenden Morphologen seiner Lösung noch nicht näher gerückt ist, durch theoretische Spekulation ergründen zu wollen.

Solche wiederholte Versuche haben die notwendige Folge, dass die an die Lösung von Einzelaufgaben Gewöhnten gleichgiltig gegen sie werden. Es geht den heutigen Physiologen ähnlich wie dem berühmten Kenner alter Gemälde, Herrn M. . . . in Paris. Herr M. saß eben beim Frühstück, als ihm gemeldet wurde, es sei ein Herr da, welcher einen echten Raphael zu verkaufen habe. „Pour un Raphaël je ne me dérange pas", sagte Herr M. und aß weiter.

Digitized by Google

Wir wollen nicht eben so verfahren, sondern mit Aufmerksamkeit den Ausführungen des Herrn Kassowitz folgen, um zu sehen, was er uns zum Verständnis der Lebenserscheinungen zu sagen hat. Wir stoßen uns auch nicht daran, dass Herr K. kein Physiolog von Fach ist. Wir nehmen gern Belehrung an, von welcher Seite sie auch kommen mag. Herr K. ist bei seinen Untersuchungen über das Wachstum der Knochen und über den Einfluss des Phosphors auf dasselbe auf den Gedanken gekommen, dass nicht nur die krankhaften, sondern auch die physiologischen Reize ihre Wirkung dadurch entfalten, dass sie Teile der lebenden protoplasmatischen Substanz zerstören und in tote Zerfallsprodukte verwandeln. Aus dieser Anschauung hat sich ihm dann bei weiterem Nachdenken eine vollständige „Theorie des Lebens" entwickelt, die er jetzt ausführlich darstellt, um zu zeigen, dass sie alle Lebenserscheinungen auf das einfachste und klarste aufzuklären und dem „mechanischen" Verständnis[1]) zugänglich zu machen vermag. Das dazu bestimmte Werk, mit dessen erstem Band wir es hier zu thun haben, ist auf 4 Bände berechnet. Auch der zweite, welcher die Vererbung und Entwicklung behandelt, ist schon erschienen und soll demnächst besprochen werden. Später sollen erscheinen Band 3 und 4 mit den Untertiteln: „Stoff- und Kraftwechsel der Tiere" und „Nerven und Seele". Da an vielen Stellen des ersten Bandes auf diese späteren Bände hingewiesen und der „Beweis" für manche Behauptungen dort versprochen wird, so kann vielleicht das Urteil über einzelne solche Behauptungen einer späteren Aenderung unterliegen. Im ganzen ist aber doch der Kern der Kassowitz'schen Theorie schon gegeben, sowohl in dem ersten Bande wie in den an zweiter Stelle genannten Vorträgen, in welchen der Verf. selbst das, was er für das Wesentliche hält, zusammengestellt hat.

Herr K. hat, um seine Theorie zu prüfen und mit den von Anderen vorgetragenen zu vergleichen, eine große Anzahl von Lehrbüchern und Einzelschriften mit Eifer durchstudiert und benutzt die festgestellten Thatsachen teils als Belege für seine Ansichten, teils zur Kritik der Ansichten Anderer. Diese Kritik ist für die Physiologen durchaus nicht schmeichelhaft. Wenn man Herrn K. glauben darf, dann waren die bisherigen Anschauungen der meisten Physiologen eigentlich unbegreiflich. Sie sahen die krassesten Widersprüche nicht oder sie verstanden nicht, was mit Händen zu greifen war und was doch nach ihm so leicht zu begreifen ist, wenn man nur die „wahre Theorie" hat. Die Kritik des Herrn K. behandelt der Reihe nach die „bisherigen Lebenstheorien": 1. die thermodynamische, nach welcher die durch Verbrennung der Nahrungsstoffe erzeugte Wärme in mechanische Arbeit umgesetzt werden und dadurch die Bewegungen etc. hervorgebracht werden sollen; 2 die isodynamische, nach welcher die Nahrungsstoffe sich nach ihren Verbrennungswerten vertreten können; 3. die osmotische, nach welcher alle Lebensvorgänge auf osmotische Vorgänge zurückgeführt werden sollen; 4. die Fermenttheorie, nach welcher die lebende Substanz Enzyme oder Fermente erzeugen soll, welche die Vorgänge veranlassen; 5. die elektrodynamische und 6. die molekular-physikalische Theorie, nach denen elektrische Prozesse, bezw. die molekularen Schwingungen sich von gewissen Stoffen auf alle anderen, mit ihnen in Berührung kommenden übertragen u. s. w.

Diese Kritik der „bisherigen Lebenstheorien" schießt m. E. weit über ihr Ziel hinaus. Keine dieser Theorien ist, soweit ich das übersehen kann, von

1) Ueber den Gebrauch (oder Missbrauch) des Wortes „mechanisch" vergl. meine Bemerkung im Biol. Centralbl., 18, 382.

Digitized by Google

irgend einem lebenden Physiologen für eine „Lebenstheorie“ ausgegeben oder angesehen worden. Jede derselben beansprucht nur, eine kleine Gruppe von Erscheinungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenzufassen und hat in dieser beschränkten Bedeutung ihren Wert. Dass im tierischen (und in geringerem Grade im pflanzlichen) Organismus Oxydationen vor sich gehen, dass die Summe der den tierischen Organismus verlassenden Ausscheidungen mehr gebundenen Sauerstoff enthalten als die eingenommenen Nahrungsstoffe, ist eine Thatsache. Dass bei der innerhalb des Organismus erfolgenden chemischen Verbindung des O mit den Elementen der Nahrungsstoffe Energie, sei es in Form von Wärme, sei es in anderen Formen frei wird, das zu bezweifeln liegt kein Grund vor. Auf welche Weise diese Oxydation zu stande kommt, ist für die Quantität der freiwerdenden Energie gleichgiltig. Diese hängt allein ab von dem Unterschied der Verbrennungswärmen der eingeführten und der ausgeführten Massen. Auch wenn die Vorgänge im Organismus so verlaufen, wie es sich Herr K. vorstellt (wovon wir sogleich sprechen werden), wird in dieser Sachlage nichts geändert. Herrn K.'s Bedenken, die an die Rolle der verbrennlichen, aber nicht als Nahrungsstoffe wirkenden Substanzen (Alkohol, Milchsäure etc.) und der nicht verbrennlichen Nahrungsstoffe (Salze etc.) anknüpfen, beruhen zum Teil auf einem Streit um Worte. Trotzdem will ich betonen, dass manche seiner Bemerkungen sehr treffend sind und irrtümliche Auffassungen einzelner Physiologen richtig stellen, sowohl in diesem Abschnitt wie in den folgenden. Dafür dürfen wir ihm dankbar sein, wenn wir auch das Ziel seiner Kritik im großen und ganzen für verfehlt halten müssen.

Der Kern der ganzen Theorie, die Herr K. vorträgt, knüpft an die Frage an, ob die Nahrungsstoffe, nachdem sie resorbiert und in die Gewebe gelangt sind, direkt verbrennen können, oder ob sie erst Bestand der Gewebselemente geworden sein müssen. Die meisten Physiologen lassen die Frage unentschieden oder glauben, dass beides möglich sei, wie es z. B. Voit mit seiner Unterscheidung von Organeiweiß und zirkulierendem Eiweiß gethan hat. Herr K. hält das erstere für ganz unmöglich, da insbesondre Eiweiß unter den im lebenden Organismus vorhandenen Bedingungen (Temperatur nicht über 40°, Vorhandensein von Wasser etc.) nicht oxydiert werden kann. Diese Schwierigkeit haben die Physiologen niemals verkannt. Sie haben vorläufig darauf verzichtet, einen Grund für das Verhalten im lebenden Organismus anzugeben, wie sie auf so manche andre „Erklärung“ verzichten müssen. Herr K. glaubt jedoch, alle Schwierigkeiten beseitigt zu haben und zugleich alle anderen physiologischen Probleme gründlich lösen zu können durch folgende Annahme, welche den eigentlichen Inhalt seiner neuen Lehre ausmacht:

Das Protoplasma, der Träger aller Lebenserscheinungen, besteht nicht, wie viele Physiologen glauben, der Hauptsache nach aus Eiweißsubstanzen; es ist auch nicht (wie m. E. alle Physiologen annehmen, J. R.) ein organisiertes Gemenge von Proteinen, Fetten, Kohlehydraten, Wasser und Salzen von besondrer Konstitution, es ist vielmehr eine sehr komplizierte chemische Verbindung aller dieser Bestandteile. Die aufgenommene Nahrung geht in diese Verbindung ein, dann zerfällt das „sehr labile, ungeheuer große Molekül“ des Protoplasmas wieder unter dem Einfluss von „Reizen“, die Zerfallsprodukte werden entweder oxydiert und als Ausscheidungen entleert, oder sie bleiben im Organismus und werden wieder zum Aufbau neuer „Protoplasmamoleküle“ verwendet.

Digitized by Google

Es würde zu weit führen, im Einzelnen wiederzugeben, wie Herr K. dieses Schema an den verschiedenen physiologischen Erscheinungen: Stoffwechsel, Muskelkontraktion, Nerventhätigkeit, Sekretion etc. durchzuführen versucht, zumal er an vielen Stellen auf seine noch ausstehenden späteren „Beweise" verweist. Eine allgemeine Bemerkung kann ich aber nicht unterlassen. An vielen Stellen werden „Folgerungen" aus jener „Grundhypothese" angeführt, und da diese „Folgerungen" eine mehr oder minder anschauliche Darstellung des in Frage stehenden Vorgangs gestatten, d. h. denselben in eine mehr oder minder klare bildliche Form der Darstellung zu bringen geeignet sind, oder, wie Herr K. fast immer sagt, das Dunkel, das bisher über ihnen schwebte, vollkommen aufhellen, ein überraschendes Licht auf sie werfen u. s. w., so werden diese „Folgerungen" als eine deduktive Bestätigung der „Grundhypothese" bezeichnet. Sieht man aber die Sache unbefangen an, so handelt es sich in vielen Fällen nicht um deduktive Folgerungen aus der Grundhypothese, sondern um neue Annahmen, um Hilfshypothesen ad hoc. Man findet diese Selbsttäuschung bei vielen Forschern, welche glauben, einen glücklichen Griff mit der Auffindung einer Hypothese oder Theorie gemacht zu haben. Sie haben sich so in ihre Lieblingsidee eingelebt, dass sie vieles als selbstverständlich ansehen, was der Unbeteiligte eben nur als neue Annahme anerkennen kann.

Herr K. glaubt mit dieser „neuen Hypothese", die aber doch im Grunde nichts als eine Wiederholung oder höchstens eine Modifikation der Pflüger'schen ist, alle Erscheinungen des Stoff- und Kraftwechsels „erklären" zu können. Ich weiß nicht, was Herr K. von einer wissenschaftlichen Erklärung verlangt. Nach meinem Dafürhalten besteht jede Erklärung in dem Nachweis des Zusammenhangs der Thatsachen, namentlich des Zusammenhangs eines neuen, zu erklärenden Phänomens mit anderen, uns schon geläufigen. Hypothesen oder Theorien sind Annahmen, welche zu dem Zweck gemacht werden, eine große Zahl einzelner Thatsachen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zusammenzufassen. Wert haben sie nur dann, wenn die ihnen zu grunde liegenden Begriffe bestimmte und klare sind. Das trifft aber für die Theorie des Herrn K. leider nicht zu. Wir wissen ganz gut, was wir uns unter einem Atom H oder C oder O u. s. w. zu denken haben. Ebenso ist eine Molekel H_2O oder HCl oder irgend einer noch so komplizierten organischen Substanz, deren Zusammensetzung und Konstitution wir kennen, ein bestimmter, durch die Konstitutionsformel definierter Begriff. Aber „ein ungeheuer großes, sehr labiles Molekül" ist ein solcher Begriff nicht. Mit ihm kann man, eben wegen seiner Unbestimmtheit, allerlei dialektische Operationen vornehmen, wie sie zur Zeit der Scholastik üblich waren, als bestimmte Begriffe noch in sehr geringer Zahl festgestellt waren. Es ist aber schwerlich ein Gewinn für die Wissenschaft, heute diese Methode wieder aufzunehmen.

Ob eine Theorie von Wert ist, lässt sich nur an ihren Erfolgen prüfen. Die Undulationstheorie des Lichtes gestattet, alle bekannten Lichterscheinungen streng mathematisch darzustellen. Sie hat zur Auffindung neuer Erscheinungen geführt, welche aus ihr deduktiv abgeleitet werden konnten und dann durch den Versuch bestätigt wurden. Niemand wird an eine „Lebenstheorie" dieselben strengen Anforderungen stellen. Aber je unbestimmter eine solche Theorie in ihrer Fassung ist, desto leichter verführt sie zu der Täuschung, dass ihre immer ebenso nebelhaften Folgerungen und Erweiterungen durch neue Annahmen unsre Erkenntnis wirklich fördern. Daher die Häufigkeit solcher

Google

Wendungen, wie „man kann sich leicht denken", „es ist nicht schwer zu verstehen", „es ist sehr möglich" u. dergl., denen man in theoretischen Spekulationen über biologische Probleme so oft begegnet. Mit solchen Redewendungen kann man manches plausibel machen. Ob aber die wissenschaftliche Einsicht dadurch wächst, ist zu bezweifeln. Ich habe kürzlich eine treffende Bemerkung über den problematischen Wert derartiger „Denkmöglichkeiten" in einem vortrefflichen Buche von Anatole France[1]) gelesen. In einer Unterhaltung kommt die Rede auf die Unsterblichkeit der Seele; der Eine giebt sich als Anhänger der Lehre zu erkennen und führt als Argument an, dass diese Annahme nichts Undenkbares oder absolut Widersinniges enthalte. Jawohl, antwortet der Andre; es ist auch nichts Undenkbares, dass in dem Hause, vor dem wir gerade stehen, ein Herr Dupont wohne. Das Haus hat drei Stockwerke und es wohnen gewiss mehrere Familien darin; Dupont ist ein in Frankreich nicht seltener Name. Warum sollte also auch nicht ein Dupont in diesem Hause wohnen?

Nun wohl. Um die Berechtigung dieser Hypothese zu prüfen, brauchte man nur in dem Hause nachzufragen. Wer aber kann all die Hypothesen, die in biologischen Dingen aufgestellt worden sind und immer neu aufgestellt werden, so einfach auf ihre Bestätigung prüfen?

Da sind wir eben allein darauf angewiesen, die Folgerungen aus der Hypothese mit den Thatsachen zu vergleichen, wohlverstanden, die wahren und echten logischen Folgerungen. Aber wenn diese auch immerhin mit den Thatsachen nicht im Widerspruch sind, so würde daraus für die Richtigkeit der Hypothese doch nur dann ein bindender Schluss gezogen werden können, wenn auch der negative Beweis geführt werden könnte, wenn nachgewiesen würde, dass die Leugnung der Hypothese unbedingt zu Folgerungen führt, welche nicht mit den Thatsachen in Einklang stehen.

Und nun zum Schluss noch eine Bemerkung über das Bestreben „Lebenstheorien" überhaupt aufstellen zu wollen. Die Lebenserscheinungen sind so mannigfaltig und kompliziert, dass die Wahrscheinlichkeit, durch eine einzige Formel, und sei sie noch so glücklich gefasst, das Ganze der Erscheinungen darstellen zu können, überaus fraglich ist. Man vergleicht die Lebenserscheinungen so oft mit Vorgängen des sozialen Lebens. Was würde wohl ein Nationalökonom sagen, wenn man von ihm eine theoretische Formel für alle Vorgänge an einer Börse oder irgend einer anderen sozialen Einrichtung forderte? Und dabei sind die Komplikationen dieser Einrichtungen wahrscheinlich noch gering gegen die der Lebenserscheinungen. Ob die Elemente der Nahrung erst Bestandteile des Protoplasmas werden müssen, ehe sie der Oxydation anheimfallen, oder nicht, das scheint mir eine questio facti zu sein. Man kann die Frage diskutieren, man kann versuchen, sie endgiltig zu lösen. Aber wenn die Lösung gefunden und wenn sie endgiltig im Sinne der Kassowitz'schen Annahme entschieden sein sollte, so werden wir dadurch um eine wichtige physiologische Erkenntnis reicher, von einer Lösung des Rätsels, was Leben ist und wie die mannigfaltigen Erscheinungen des Lebens zu stande kommen, werden wir aber dann gerade noch eben so weit entfernt sein, als wir es vor dem Erscheinen des Kattowitz'schen Buches waren und als wir es jetzt nach dem Erscheinen desselben sind. J. Rosenthal. [76]

1) L'anneau d'Améthyste. Paris. Calman Levy. 1899.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. November 1899.** **Nr. 21.**

Inhalt: **Schlater**, Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre (2. Stück). — **Nusbaum**, Beiträge zur Kenntnis der Innervation des Gefäßsystems nebst einigen Bemerkungen über das subepidermale Nervenzellengeflecht bei den Crustaceen. — **Kathariner**, Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Puppe vom Tagpfauenauge (*V. jo* L.). — **Imhof**, Sylvestre Biologie. — **J. Rosenthal**, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven.

Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre.

Kritische Studie.

Von Dr. **Gustav Schlater.**

(Zweites Stück.)

IV.

Nachdem wir uns mit der morphologischen Struktur der Zelle, wie sie sich jetzt zurechtzulegen beginnt, vertraut gemacht, und uns von der ungemeinen Kompliziertheit dieses morphologischen Schemas überzeugt haben, müssen wir den weiteren Entwicklungsgang der Vorstellungen von der Zelle als einer biologischen Größe verfolgen, den Progress, die Komplikation kennzeichnen, welche im Verlauf der Zeit die Vorstellung vom Wesen der Zelle erlitten, und den Zustand charakterisieren, welchen dieselbe heutzutage erreicht hat. Indem wir im Abschnitte II die historische Entwicklung der Zellentheorie von ihrer Entstehung an verfolgt haben, schlossen wir mit der Formulierung, welche M. Schultze im Jahre 1861 gab, und welche zur Grundlage der ganzen folgenden, sich mächtig entwickelnden Zellenlehre geworden ist. Ich sagte, dass eigentlich der Standpunkt M. Schultze's und folglich der ganzen Zellentheorie in zwei Grundannahmen gipfelt, welche zu wahren Dogmen der Fanatiker der Zellentheorie wurden. Erstens ist die Zelle ein Klümpchen, oder ein Tropfen lebendiger Substanz oder Protoplasma. Zweitens, und das ist natürlich eine direkte und logische Folgerung aus der ersten Annahme, ist die Zelle die einfachste, elementarste, biologische Einheit, d. h. sogar die denkbar einfachsten

Lebewesen sind mit einer freilebenden Zelle identisch; einfachere Lebewesen als die Zelle giebt es nicht. Was für eine eingreifende Umänderung, oder, richtiger gesagt, Umwandlung die erste dieser Annahmen erfahren hat, ist uns schon bekannt; in was für einen komplizierten und zusammengesetzten Organismus im morphologischen Sinne dieses Klümpchen strukturloser Substanz sich verwandelt hat, davon haben wir uns im Abschnitte III überzeugt. Jetzt müssen wir das Schicksal der zweiten Annahme verfolgen.

Die Lehre von der Zelle beschränkt sich selbstverständlich nicht auf die Frage von der morphologischen Struktur derselben. Nachdem die Zelle als biologische Einheit anerkannt wurde, suchten die Biologen natürlich in die physiologischen Prozesse, in die Lebensvorgänge, welche sich in dieser biologischen Einheit, in ihrer, wie es schien, einfachsten Form äußern, Einsicht zu gewinnen. Und man muss gestehen, dass dieses Bestreben des Forschergeistes sehr oft dem vorhandenen Thatsachenmaterial vom Zellenbau weit vorauseilte. Besonders wurde die Aufmerksamkeit der Biologen von den geheimnisvollen Fragen der Entwicklung organisierter Formen, den Fragen der Kontinuität, d. h. der Erhaltung der Formen und Eigenschaften von Generation zu Generation, den Fragen der Vererbung im weiten Sinne des Wortes, in Anspruch genommen. Allein schon die ersten Versuche, diese oder jene Momente aus dem Zellenleben zu erklären, fanden ein nicht zu überwindendes Hindernis in den Grundannahmen der Zellentheorie. Ein jeglicher Versuch, sogar auf rein abstraktem Wege den Mechanismus dieses oder jenes der in der Zelle vor sich gehenden Prozesse auszudrücken, befreite den wissenschaftlichen Geist aus den engen Grenzen des Begriffes des Elementaren, der Unteilbarkeit der Zelle. Der wissenschaftliche Geist konnte nichts anfangen mit diesem Klümpchen homogener lebendiger Substanz. Dadurch werden auch teilweise einige äußerst interessante Charakterzüge der Zellenbiologie erklärt, namentlich der hauptsächlich abstrakte Charakter derselben, und die Thatsache, dass der logische Gedankengang der Biologen sie in ihren Auseinandersetzungen zu Anschauungen führte, welche in einem direkten Gegensatz zu den Grundannahmen der Zellentheorie stehen, und sogar denselben direkt entgegengesetzt sind. Schon dem großen Denker Charles Darwin, welcher einige Erscheinungen der Vererbung zu erklären suchte, konnte der Begriff der Zelle nicht genügen, und er nahm seine Zuflucht zu Teilchen, zu Elementareinheiten, welche noch viel einfacher als die Zelle sind und in derselben enthalten sind. Diese Elemente nannte er: „Gemmulen“. Der bekannte Zoologe Ernst Haeckel und Elsberg sprechen von hypothetischen, ungemein kleinen Elementarteilchen, oder „Plastidulen“, von denkbar einfachster Entwicklung, aus deren Summe die Zellen bestehen. Der Botaniker Nägeli nimmt in seinen biologischen Auseinandersetzungen sozusagen Abstand von der Zelle als

Digitized by Google

einer unteilbaren elementaren Einheit, und spricht von „Idioplasmateilchen", welche ihrerseits Gruppen von „Micellen" darstellen, welche als elementarste Träger der Lebenseigenschaften aufzufassen seien. Herbert Spencer, einer der scharfsinnigsten Philosophen-Naturforscher, kann auch nicht ohne die Zergliederung der Zelle in hypothetische Elementarteile auskommen, welche er „Physiologische Einheiten" benannte. Weiterhin führe ich den Botaniker H. de Vries an, welcher diese theoretischen Einheiten „Pangenen" nennt, sodann einen der eifrigsten Zellenphysiologen der Gegenwart, M. Verworn, welcher auch gezwungen ist, die Zelle als solche nicht als einfachste Trägerin des Lebens aufzufassen, sondern als solche unvergleichlich einfachere hypothetische Elemente anzusehen, aus welchen die Zelle aufgebaut ist und welche er „Biogene" nennt. Es sei weiterhin darauf hingewiesen, dass der Zoologe A. Weismann, welcher durch seine rein abstrakten Kalkulationen über die Vererbung in der ganzen Gelehrtenwelt bekannt geworden ist, alle kleinsten Einzelheiten seiner zusammengesetzten theoretischen Architekturen aus seinen „Biophoren" aufbaut, d. h. aus hypothetischen elementarsten Lebensträgern. Es sei noch bemerkt, dass nach Weismann die Biophoren, d. h. die allereinfachsten biologischen Einheiten durch die Vereinigung ihresgleichen seine „Determinanten" bilden; durch die Vereinigung von Determinanten entstehen „Iden", welche ihrerseits noch höher stehende Elemente, die „Idanten", bilden. Von allen diesen Elementen sind die „Iden", welche nach Weismann die ganze Vererbungsmasse enthalten, in der Zelle mit bewaffnetem Auge in Gestalt der Chromatinkörner wahrzunehmen. Folglich stellt sich also Weismann sogar eine Gruppierung der elementarsten Lebensträger, seiner Biophoren, in verschiedene Gruppen, welche sozusagen einzelne Organe der Zelle darstellen, vor. Der deutsche Embryologe W. Roux wird ebenfalls in seinen theoretischen Auseinandersetzungen gezwungen, gewisse kleinste Elementarteile lebendiger Substanz, oder wie er sie nennt „Metastrukturteilchen", anzuerkennen, wobei er sogar eine gewisse funktionelle Differenzierung dieser Metastrukturteilchen anerkennt, indem er mehrere Arten derselben unterscheidet. Sodann muss ich den Botaniker Wiesner anführen, welcher sich ziemlich entschieden für die zusammengesetzte Natur der Zelle aussprach und welcher diese hypothetischen Lebensträger „Plasomen" benannte. Endlich trat einer der am meisten logisch und klar seine Ansichten entwickelnden Biologen, O. Hertwig, mit voller Ueberzeugung für die in biologischer Beziehung zusammengesetzte Natur der Zelle ein, indem er seinen unsichtbaren „Idioblasten" die kardinalsten Lebenseigenschaften zuerkannte. Man kann nicht sagen, dass alle die genannten Forscher ihre Anschauungen in eine gleich klare und logische Form gekleidet hätten. Die Vorstellungen Einiger von den Elementareinheiten der Zelle sind allzu einfach;

Anderer — sehr unbestimmt; noch Anderer — rein hypothetisch und willkürlich. In einer vollkommen verständlichen, logischen und vom Standpunkt der heutigen Biologie zulässigen Form haben sich, kann man sagen, nur O. Hertwig und Wiesner ausgesprochen. So sagt z. B. Hertwig an einer Stelle seines Buches „Die Zelle und die Gewebe", 1892 folgendes: „Schon aus dem Vermögen der Zelle Bewegungen auszuführen und vollkommen zweckmäßig auf die verschiedensten äußeren Einwirkungen — thermische, chemische und mechanische — zu reagieren; aus ihrem Vermögen komplizierte chemische Prozesse zu vollbringen, und sehr viele, durch besondere Strukturen ausgezeichnete Stoffe zu produzieren, — schon daraus allein mussten wir schließen, dass die Zelle ein ungemein komplizierter Körper sein muss, welcher aus vielen, kleinsten und vielartigen Teilchen aufgebaut ist, d. h. sozusagen einen kleinen Elementarorganismus darstellt". An einer anderen Stelle desselben Werkes sagt er: „Die verschiedensten Prozesse im Leben der Zelle können von einem allgemeinen Standpunkt betrachtet werden, als Lebensprozesse kleinster organisierter, sich selbständig vermehrender substanzieller Teilchen, welche in den verschiedenen Phasen ihrer Lebensthätigkeit im Kern, im Protoplasma und in den organisierten Produkten des Plasmas sich befinden". Sogar noch etwas deutlicher drückt sich Wiesner aus, welcher in seinem Werke: „Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz", 1892 sagt: „Der Entwicklungsgang der neuesten Forschungen zwingt uns entschieden zu der Annahme, dass im Protoplasma noch andere, mit einem Teilvermögen begabte, organisierte Individualitäten verborgen sind, ja dass sie sogar ganz aus solchen lebendigen sich teilenden Körpern besteht. Durch die Teilung derselben wird das Wachstum bewirkt; auf ihnen beruhen alle Lebensprozesse im Organismus. Sie müssen folglich als wahre Elementarorgane des Lebens angesehen werden" [1]).

Soeben habe ich eine ganze Reihe von Namen angesehener, jedem Biologen gut bekannter Forscher, angeführt. Die Gesamtheit der Gesichtspunkte dieser angesehensten Repräsentanten der Biologie über die uns interessierende Frage kann nicht ohne gewichtige Bedeutung und Einfluss sein auf die Entwicklung der Zellenlehre: durch sie wird

1) Sehr deutlich drückt sich in demselben Sinne der bekannte amerikanische Biochemiker B. H. Chittenden, aus. Er sagt: „Ich glaube, wir haben allen Grund, an die Existenz letzter Teilchen der belebten Materie sowohl im Cytoplasma wie im Karyoplasma innerhalb der Zelle zu glauben, welche die wahren Einheiten des Organismus sind. Sie sind vielleicht morphologisch nicht erkennbar, doch existieren sie aber nichtsdestoweniger als individuelle Glieder in der Kette der Moleküle, aus denen nach unserer Ansicht das lebende Protoplasma zusammengesetzt ist". (Siehe: Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle. Biolog. Centralbl., 1894, Nr. 9 u. 10.)

Digitized by Google

geradezu eine gewisse Seite dieser Lehre charakterisiert. Sie alle erkennen, wie wir uns eben überzeugt haben, die zusammengesetzte Natur der Zelle in biologischer Hinsicht an. Die Zelle ist demnach nicht mehr das letzte, biologisch unteilbare Element organisierter lebendiger Substanz, sondern ein Element zusammengesetzter Natur, sozusagen ein ganzer zusammengesetzter Organismus. Nach dem Sinne dieser Anschauungen müssen alle kardinalen Grundeigenschaften des Lebens in ihren denkbar einfachsten Aeußerungen nicht an die Zelle als solche, sondern an unvergleichbar einfachere Elemente gebunden sein, aus deren Summe sich die Zelle als biologische Einheit höherer Ordnung zusammensetzt. Diese Elemente, welche von jedem der Biologen mit einem anderen Namen benannt wurden, sind von ihnen allen mit fast gleichen Eigenschaften ausgerüstet worden. In ihnen ist das Leben in seiner denkbar einfachsten, dabei in gewisser Hinsicht selbständigen Form enthalten, und das Leben der Zelle ist nur eine einheitliche Summe dieser vielen selbständigen und elementaren Leben, welche jedoch alle zusammen den Interessen eines höheren Lebens, d. h. des Lebens der ganzen Zelle, unterthan sind. Allein, während der Grundgedanke dieser Anschauungen vollkommen klar und logisch ist, wurden die elementarsten Lebensträger selbst nicht in bestimmte, sozusagen greifbare Formen gethan. Als unumgänglich notwendige Annahme in den Köpfen der Biologen entstanden, bleiben sie rein abstrakte und hypothetische Elemente, ohne jegliche Anerkennung ihrer Rechte auf eine reale Existenz. Dieser Zustand der Frage erinnert unwillkürlich an das vorige und die ersten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts, als ebensolch ein Bedürfnis für eine Zergliederung des zusammengesetzten Organismus der *Metazoa* in einfachere Elemente geahnt und anerkannt wurde, und als man diese Elemente bald in Form von Körnern, bald als Fibrillen, gefunden zu haben glaubte, ohne gleichzeitig irgendwelche Vorstellung zu haben von der Wichtigkeit der Zelle in dieser Beziehung, welche zu jenen Zeiten nur gesehen und unterschieden wurde, deren Bedeutung aber noch nicht erkannt wurde. Jedoch, abgesehen von dieser Analogie, ist ein bedeutender Unterschied zu verzeichnen. Damals wurden als einfachste Elemente Gebilde angesehen, welche in Wirklichkeit existierten und in den Geweben mit bewaffnetem Auge unterschieden wurden, während die gegenwärtigen Biologen den in der Zelle wirklich vorhandenen und wahrnehmbaren Strukturelementen keine besondere Aufmerksamkeit schenken, sondern zu vollkommen willkürlichen, ephemeren, unseren Untersuchungsmethoden unzugänglichen Elementen ihre Zuflucht nehmen. Allein das ist für uns vorläufig nicht von besonderer Bedeutung. Zur Zeit hat für uns nur das Grundprinzip dieser Anschauungen eine besondere Bedeutung, welches dadurch nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Für die Entwicklungsgeschichte der Zellenlehre ist die fast einmütige

Digitized by Google

Anerkennung der zusammengesetzten biologischen Natur der Zelle seitens der Biologen von großer Tragweite.

Aus dem Gesagten ist also ersichtlich, dass auch die zweite Annahme der Zellenlehre der sechziger Jahre eine kardinale Umarbeitung erlitten hat. Die Zelle ist zu einem biologisch zusammengesetzten Organismus geworden, welcher aus unvergleichlich einfacheren, schon elementaren, biologischen Einheiten zusammengesetzt ist. Das ist die Ansicht der Mehrzahl der bekanntesten gegenwärtigen Biologen, und infolge dessen die in der heutigen Wissenschaft herrschende. Allein ich muss schon an dieser Stelle im Interesse einer klaren Charakteristik der Zellentheorie auf einen eigenartigen Zug des gegenwärtigen Zustandes dieser Theorie aufmerksam machen, welcher in einer unbegreiflichen und schwer zu deutenden falschen Logik und falschen Schlussfolgerung des rein theoretischen Denkens besteht. Die Sache ist die, dass die reine Logik, selbst wenn wir heutzutage noch gar keine faktischen Beweise dafür hätten, die Möglichkeit, sogar Notwendigkeit, die selbständige Existenz elementarer biologischer Einheiten außer dem Bereiche der Zelle anzuerkennen, von uns unbedingt fordert. Es müssen, mit anderen Worten, in der Natur erstens frei lebende Organismen existieren, welche diesen Einheiten gleichwertig wären, und zweitens Uebergangsformen zwischen ihnen und einer typischen Zelle. Allein, während fast alle Biologen die zusammengesetzte biologische Natur der Zelle anerkennen, widersetzen sich doch fast alle dieser logischen Schlussfolgerung, und nach wie vor lautet die herrschende Meinung dahin, dass alle allereinfachsten Lebewesen einer Zelle gleichwertig sind. Wir sind also gezwungen, die obenangeführte zweite Hauptannahme der Zellentheorie vollkommen künstlich und willkürlich in zwei einzelne, in Wirklichkeit mit einander aufs innigste verbundene Teile zu zergliedern. Während der erste derselben, wie wir uns eben überzeugt haben, mit der Zeit eine wesentliche Umänderung erfahren hat, blieb der zweite auf derselben Entwicklungsstufe, wie vor ungefähr 40 Jahren. Der innigste organische Zusammenhang dieser beiden Teile einer Annahme scheint vollkommen außer Acht gelassen zu sein. Und nur vereinzelte Stimmen, wie wir es weiterhin sehen werden, treten für diese vergessene Zusammengehörigkeit ein.

Jetzt müssen wir es versuchen, die uns schon bekannten Tatsachen von der komplizierten morphologischen Differenzierung der Zelle in Einklang zu bringen mit diesen rein theoretischen Begriffen von der zusammengesetzten Natur der Zelle. Wir müssen versuchen, ob es nicht gelingt, diese elementaren biologischen Einheiten in gewisse körperliche Formen zu kleiden, und ob es nicht möglich ist, sie dem bewaffneten Auge sichtbar zu machen, wie in der Zelle selbst, so auch außer dem Bereich derselben; ob es, mit einem Worte, nicht möglich

Digitized by Google

sei, sich augenscheinlich von der realen Existenz derselben zu überzeugen, gleich wie sich die Wissenschaft seinerzeit augenscheinlich von der Existenz der Zelle selbst überzeugte.

V.

Die Frage von den morphologischen, sozusagen realen, mit bewaffnetem Auge wahrnehmbaren Elementareinheiten der Zelle ist aufs innigste verbunden mit der Frage von den Granulationen der Zelle. Die historischen Schicksale der Zellgranulationen sind sehr interessant und lehrreich. Sie verdienen eine rege Aufmerksamkeit, und es müsste ihnen eine einzelne ausführliche kritische Uebersicht gewidmet werden, welche in umfassender Weise die Frage bearbeiten und dieselbe im richtigen Lichte darstellen würde. Für uns gegenwärtig haben die Körnelungen eine große Bedeutung, jedoch nur in dem Maße, in welchem die Körner als selbständige biologische Einheiten hervortreten. Ihre Rechte als einfachste Elemente des Organismus machten die Körner schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts geltend, als sogar die Zelle noch nicht mit ihren Rechten hervortrat. Rasch entwickelte sich damals die Lehre von den Körnern, als Reaktion gegen die Fibrillen (Fibrae), welche der bekannte Physiologe Haller in seinen „Elementa Physiologiae“ zu den Hauptelementen des Organismus erhob. Die Lehre Haller's zählte viele Anhänger und war lange Zeit die herrschende, musste jedoch der Lehre von den Körnern Platz machen, welche ein ganzes halbes Säkulum herrschte, und welche in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts ganz vergessen war und vor der Zellenlehre erblasste. Die Lehre von den Körnern war so verbreitet und genoss solche Anerkennung, dass es nicht schwer fällt, sogar in den Grundanschauungen und Vorstellungen der Gründer der Zellenlehre, Schleiden und Schwann, den mächtigen Einfluss derselben herauszulesen, wenn wir uns nur in Erinnerung rufen, wie sich diese Gelehrten die Entwicklung, die Bildung der Zelle aus einer formativen strukturlosen Substanz, welche von ihnen „Blastema“ oder „Cytoblastema“, benannt wurde, auf dem Wege einer aufeinanderfolgenden Vereinigung und Verbindung einzelner Körner in ein Gebilde vorstellten. Gleich wie ein jedes Lehrbuch der Jetztzeit, welches die allgemeine Anatomie oder Histologie behandelt, von der Zelle, als dem einfachsten Elemente des Organismus redet, so sprachen in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts fast Alle im selben Sinne vom Körnchen, oder zuweilen noch von der „fibra“, als Nachhall der Haller'schen Lehre. So finden wir bei dem bekannten Anatomen Henle, am Anfang seiner „Allgemeinen Anatomie, Leipzig 1841“ folgenden Passus: „Die allerersten und allgemeinsten Formelemente der tierischen Gewebe sind scharf begrenzte, den Fettbläschen ähnliche Körnchen (Elementarkörnchen) von 0,001—0,002 Linien Durchmesser“. Wie energisch die Körnchen ihre Rechte in dem zweiten Jahrzehnte der Zellenlehre verteidigten,

Digitized by Google

zeigen am besten folgende Worte R. Virchow's, welche er im Jahre 1858 in seiner „Cellularpathologie" sagte: „Die Kügelchen (Körnchen, Moleküle) haben sich sonderbarer Weise auch in den modernen Histologien immer noch erhalten, und es giebt wenige histologische Werke, welche nicht mit Elementarkügelchen anfingen. Hier und da sind noch vor nicht langer Zeit diese Ansichten von der Kugelnatur der Elementarteile so überwiegend gewesen, dass auf sie die Zusammensetzung sowohl der ersten Gewebe im Embryo, als auch der späteren begründet wurde. Man dachte sich, dass eine Zelle in der Weise entstände, dass die Kügelchen sich sphärisch zur Membran ordneten, innerhalb deren sich andere Kügelchen als Inhalt erhielten. Noch von Baumgärtner und Arnold ist in diesem Sinne gegen die Zellentheorie gekämpft worden". Allein die Lehre von der Zelle, deren direkte Rechte als selbständige Struktureinheit der vielzelligen Organismen bald sogar vom voreingenommensten Geiste nicht bestritten werden konnten, und gleichzeitig das zweifellose Vorhandensein in der Natur freilebender Organismen, welche nur einer einzigen Zelle gleichwertig waren, — brachte die Lehre von den Körnern zum Schweigen. Und die Körner, welche seit der Entwicklung der Zellenlehre noch deutlicher unterschieden wurden, gingen, wie es schien, auf immer ihrer Rechte verlustig. Der ihr zugemessenen biologischen Bedeutung nach und nach dem dieser Lehre zu Grunde liegenden Prinzip vertrat und ersetzte die Zelle vollkommen jegliche Körner. Sowie die Zelle als einzige und einfachste morphologische Haupteinheit anerkannt wurde, konnte natürlich kein anderes, vollkommen verschiedenes Element, irgend ein Körnchen, neben der Zelle gleichberechtigt dastehen. Und das Körnchen, welches eine so große Rolle gespielt hatte, und welches ein so großes Ansehen genoss, verlor die Existenzberechtigung; man hörte fast auf von ihm zu sprechen. Es blieb aber vollkommen deutlich zu sehen, jedoch nicht mehr in Freiheit, sondern in die engen Grenzen der Zelle geschlossen, da ja die Gewebe, sozusagen, in einzelne Zellen eingeteilt wurden. Nehmen sie ein beliebiges Werk aus den ersten Jahrzehnten des Bestehens der Zellenlehre; werfen sie einen Blick auf eine Zellenabbildung der damaligen Zeit, und überall werden sie Körner sehen. Allein es ist von den Körnern entweder gar nicht die Rede, oder es wird einfach nur die Thatsache konstatiert, dass das Protoplasma feinkörnig sei, oder sie werden endlich kurzweg als Produkte der Zellthätigkeit bezeichnet. Und fast in demselben gedrückten Zustande befinden sich die Zellkörnelungen noch gegenwärtig, da sie vom größten Teil der Gelehrten nur als Produkte der Zellthätigkeit angesehen werden, obschon von ihnen ziemlich viel geredet wird. Und nur in ganz letzter Zeit, wovon wir uns bei Besprechung der morphologischen Struktur der Zelle überzeugten, und nur wenige Forscher erblickten in den Zellgranulationen

Digitized by Google

bestimmte, konstante, jeder Zelle zukommende lebendige Strukturelemente. Allein, schon von Anfang der siebziger Jahre an werden von Zeit zu Zeit Stimmen laut zu Gunsten der Annahme, dass die Zelle nicht an der Grenze morphologischen Teilvermögens stehe, dass sie nicht die einfachste elementare Einheit sei in morphologischer Hinsicht, sondern dass sie vielmehr einen zusammengesetzten Organismus darstellt; dass die einfachsten, wirklich elementaren morphologischen Einheiten in der Zelle enthalten seien; dass diese dem Auge zugänglich sind, und dass es die vielgenannten Zellkörner sind. Diese Stimmen suchten also den Körnern ihre verlorenen Rechte wieder zu gewinnen. Allein, es waren nur vereinzelte Stimmen, welche sich in der ganzen Masse wissenschaftlicher Stimmen verloren und, sozusagen, an den Fingern aufgezählt werden können. Schon im Jahre 1861 sprach der bekannte Physiologe Brücke die Ansicht aus, dass die Zelle nicht der letzte Elementarorganismus sei, sondern vielmehr die Elementarorganismen in sich berge. Vom Jahre 1868 an entwickelte der italienische Gelehrte Maggi die Ansicht, dass die Zelle ein zusammengesetzter Organismus und aus „Plastidulen" aufgebaut sei, welche den unter dem Mikroskope wahrnehmbaren Zellkörnelungen entsprächen. Maggi ist der Meinung, dass die Plastidulen mit gewissen Lebenseigenschaften begabt sind; dass sie in einer innigen Beziehung zu den Funktionen der Zelle stehen, und dass ihre Vereinigung in ein morphologisches und physiologisches Ganze, in die Zelle, der Vereinigung von Zellen in einen vielzelligen Organismus analog ist. Nach der Auffassung von Maggi entsprechen die Körner oder Plastidulen den freilebenden Mikroorganismen, obschon sie denselben nicht gleichwertig sind. Folglich bilden die Plastidulen, welche von Maggi als wirklich lebendige elementare morphologische Einheiten aufgefasst werden, durch ihre Vereinigung das Protoplasma, den Kern und das Kernkörperchen. — Im Jahre 1881 veröffentlichte Arndt seine Auffassung der Struktur der Zelle, welche aus Körnelungen zusammengesetzt ist, die in eine strukturlose Grundsubstanz eingebettet sind. Diese Körner, welche das Hauptstrukturelement des Protoplasmas darstellen, sind nach Arndt wirkliche, kleinste, selbständige organisierte, morphologische Einheiten. Folglich ist der Sinn von Arndt's Auffassung der, dass die Zelle ein zusammengesetzter Organismus ist, und dass die Zellkörner die elementarsten lebendigen morphologischen Einheiten sind. Denselben Gedanken sprach im Jahre 1882 der Franzose Martin aus, wobei er die Zellkörner mit den Mikrokokken verglich. Im selben Jahre entwickelte ein anderer Franzose, Kunstler, eine eigenartige Ansicht vom Bau der Zelle und betrachtet seine „sphérules protéiques", aus denen sie aufgebaut sein soll, als wahre „individualités élementaires". Allein dieser Gelehrte hält es dafür, aus unbekanntem Grunde für nötig, die Zelle selbst ihrer Bedeutung als morphologischer und physio-

Digitized by Google

logischer Einheit der Organismen zu berauben. Nicht die Zelle sei die elementare Einheit der Gewebe und des ganzen Organismus, sondern seine „sphérules protéiques“. Es ist daraus zu ersehen, dass diese Anschauung ein Wiederhall der der Zellenlehre vorhergehenden Periode ist, und keine ernste Bedeutung haben kann, da die Zelle ohne jeden Zweifel eine morphologische und biologische Einheit der *Metazoa* bleiben wird, wenn auch eine Einheit einer höheren Ordnung, als man dachte. — Schon vom Jahre 1860 an entwickelten zwei franz. Forscher, Béchamp und Estor, in einer Reihe von Arbeiten ihre Ansichten über die Zellkörner, als elementare biologische Einheiten. Sie nennen dieselben „mikrozymas“. Nach ihrer Anschauung sind es wahre morphologische und physiologische Elementareinheiten der Organismen. Diese Elemente sind der Zeit nach die ersten organisierten Gebilde auf Erden. Jene schon höher organisierte Einheit, die wir Zelle nennen, betrachten sie als ein sekundäres Gebilde, welches aus einer Vereinigung von „mikrozymas“ entstanden ist. Die letzte Arbeit von Béchamp erschien im Jahre 1883. Wir sehen also, dass schon mehrere Gelehrte in ziemlich deutlicher Weise und entschieden für die Anerkennung der Zellenkörnchungen als selbständige elementare morphologische Einheiten eintraten. Allein sie übten einen sehr geringen Einfluss auf die Litteratur und auf den weiteren Entwicklungsgang der Zellenlehre aus; sie wurden oft totgeschwiegen, und in vielen neuesten Handbüchern ist von ihnen nicht einmal die Rede. Keiner von ihnen machte so viel von sich reden, als R. Altmann, welcher verhältnismäßig später mit demselben Grundprinzip an die Oeffentlichkeit trat. Der Grund dafür liegt teils in einer ungenügenden theoretischen Durcharbeitung des Grundgedankens, teils in der Armut an faktischem Thatsachenmaterial, welches den genannten Forschern zu Gebote stand. Vom Jahre 1886 an entwickelte Altmann in einer Reihe von Arbeiten seine Anschauungen vom Zellenbau und vom biologischen Wesen der Zelle. Im Jahre 1890 legte er schon seine Untersuchungen und theoretischen Anschauungen in einer verallgemeinernden und durchgearbeiteten Form nieder in seinem großen Werke: „Die Elementarorganismen und ihre Beziehung zu den Zellen“, welches im Jahre 1894 eine zweite Auflage erlebte. Streng genommen bietet die theoretische Grundanschauung R. Altmann's nichts Neues dar. Seine Vorstellung vom Bau der Zelle gleicht, kann man sagen, sehr der Vorstellung von Maggi, und seine Anerkennung lebendiger elementarer biologischer Einheiten in den Zellkörnern ist mit den Ansichten obengenannter Forscher identisch. Gegenwärtig scheint man das öfters vollkommen zu vergessen und bringt diesen Gesichtspunkt ausschließlich mit Altmann's Namen in Verbindung; es wird von einer sogen. Altmann'schen Theorie gesprochen, und es wird sogar als Altmannist derjenige benannt, welcher sich auf diesen Standpunkt stellt. Allein, das große

Digitized by Google

Verdienst dieses Gelehrten besteht erstens darin, dass er nach einer Ausarbeitung besonderer bestimmter Manipulationen der mikrotechnischen Bearbeitung der Objekte, mit größter Augenscheinlichkeit das konstante nie fehlende Vorhandensein zweier von einander differenzierter und selbständiger Körnerarten in allen von ihm untersuchten Zelltypen bewies, welche folglich zweifellos einer jeden Zelle eigene Strukturelemente derselben darstellen. Zweitens war Altmann bestrebt, die thätige Teilnahme der Zellkörner (Granula) an verschiedenen Funktionen der Zelle zu beweisen. Er versuchte es, ihre lebendige Natur zu beweisen, eine gewisse physiologische Autonomie derselben, und ihre aktive Bedeutung in der Physiologie der Zelle außer Zweifel zu setzen. Und in dieser Beziehung lieferte Altmann mit einigen seiner Schüler ein ziemlich beweiskräftiges Thatsachenmaterial. Altmann stand natürlich ein viel größeres Thatsachenmaterial zu Gebote, er konnte viel mehr Beweise vorbringen als seine Vorgänger, was ihm auch gestattete, seine theoretischen Anschauungen in eine viel ausgesprochenere und durchgearbeitetere Form zu kleiden. Altmann betrachtet die Zelle als einen, wie in biologischer so auch in morphologischer Hinsicht, zusammengesetzten Organismus. Dieser zusammengesetzte Organismus ist aus unvergleichlich einfacheren Einheiten aufgebaut, welche die wahren einfachsten elementaren biologischen und morphologischen Einheiten sind. Diese Einheiten sind unserer Forschung zugänglich und wir unterscheiden sie unter dem Mikroskope in Gestalt jener fuchsinophilen Granula des Zellleibes und jener cyaninophilen Granula des Kerns, aus denen nach Altmann die ganze Zelle aufgebaut ist, gleichwie der vielzellige Organismus aus Zellen besteht. Während wir jedoch den Gewebezellen oder den sogen. somatischen Zellen analoge Gebilde in Gestalt der Repräsentanten des unermesslichen Reiches der *Protozoa* vor uns haben, deren ganzer Körper nur einer einzigen Zelle entspricht, — haben wir denn auch in der Natur solche Organismen, deren ganzer Körper ein einziges Körnchen oder Granulum ausmacht? Altmann selbst giebt auf diese Frage eine zustimmende Antwort. Er meint, dass in der Natur derartige Organismen anzutreffen sind, und dass dieselben die sogen. Bakterien sind. Allein die gegenwärtige Wissenschaft will das noch nicht anerkennen, und mit einer merkwürdigen Einmütigkeit verwerfen ihre Repräsentanten eine derartige Möglichkeit, da dieselbe gleichberechtigt wäre mit der Anerkennung elementarer lebender Einheiten in den Zellkörnelungen, wogegen sich heutzutage noch die Mehrzahl der Gelehrten sträubt, in der Meinung, dass dadurch die Bedeutung der Zellenlehre untergraben werde. Allein die Frage über die Bakterien werde ich noch im weiteren berühren. Das Körnchen (Granulum) als lebendige elementare Einheit überhaupt betrachtend, nennt es Altmann „Bioblast". Als Strukturelement, als lebendige Struktureinheit des Zellenbaues auf-

Digitized by Google

gefasst, als eine in eine Association mit ihresgleichen getretene, den gemeinsamen Interessen der Zelle unterworfene und einer selbständigen Existenz außerhalb der Zelle verlustig gegangene Einheit, nennt er das Körnchen „Cytoblast"; und jene Körnchen, welche ein vollkommen freies Leben als selbständige Organismen führen, heißen „Autoblasten". Aus der Zahl der gegenwärtigen Forscher, welche im allgemeinen die theoretischen Grundanschauungen Altmann's teilen, muss noch auf Prof. S. M. Lukjanoff hingewiesen werden, einen sehr vorsichtigen Gelehrten. Auch er teilt die Ansicht von der zusammengesetzten Natur der Zelle; auch er scheint die Zellkörnelungen als wirkliche lebendige Elementareinheiten anzusehen, wie aus mehreren Stellen seiner Arbeiten zu ersehen ist. Weiterhin deute ich an dieser Stelle nur an, dass auch ich persönlich nicht nur den soeben charakterisierten Standpunkt einnehme, sondern bestrebt war und es versuche, diesen Grundgedanken, sowie einige mit demselben eng verknüpfte biologische Fragen weiter zu entwickeln und auszuarbeiten.

Wir sehen also, wie gering die Zahl derer ist, welche die wirklichen elementaren, biologischen und morphologischen Einheiten als gefunden, dem Auge und unserer Forschung zugänglich betrachten. Dessen ungeachtet, — und wir werden im weiteren Gelegenheit haben uns davon noch mehr zu überzeugen, — erweist sich diese Annahme als vollkommen logische und notwendige Folgerung der weiteren Entwicklung der Zellenlehre. Ohne diese vollkommen berechtigte Erweiterung unserer theoretischen Vorstellungen von der Zelle werden wir bald in eine ungemein schwere und aussichtslose Lage gestellt werden. Wenn wir auf dem Standpunkt verharren, welcher in der ersten Entwicklungsperiode der Zellentheorie seine Berechtigung hatte, nämlich, dass die Zelle das letzte, morphologisch weiter unteilbare Element sei, binden wir uns selbst die Hände und stellen uns künstlich solche enge Grenzen, in deren Bereich wir unmöglich eine weitere fruchtbringende Entwicklung der Biologie erwarten können. In der Zellenlehre hat sich schon ein umfassendes Thatsachenmaterial angesammelt, welches in Summe genommen uns unbedingt zwingt, diese engen Grenzen zu überschreiten, welche der gegenwärtigen Entwicklung der Biologie nicht mehr entsprechen.

(Drittes Stück folgt.)

Beiträge zur Kenntnis der Innervation des Gefäßsystems nebst einigen Bemerkungen über das subepidermale Nervenzellengeflecht bei den Crustaceen.

Von Prof. Dr. **Józef Nusbaum** in Lemberg.

So viel mir bekannt ist, war E. Berger[1]) der erste, der im Jahre 1877 im hinteren Teile des Herzens beim Flusskrebse einzelne

1) Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 74, 1877.

Digitized by Google

Nervenzellen gefunden hat. G. Retzius[1]) machte dann im Jahre 1890 einige Beobachtungen über die Nervenendigungen im Herzen der Crustaceen. „Zuweilen — sagt er — ziehen die perlschnurähnlichen Fasern weite Strecken um die Muskelfasern herum und zwischen ihnen hin, ehe sie mit langen, feinen Aesten ihre Enden finden. Im Herzen (von *Palaemon squilla*) sieht man (Taf. XIV Fig. 7) recht charakteristische Bilder dieser Art. Die mit Kernen versehene Nervenfaser *(n)* giebt die Scheide und ihre Kerne ab und löst sich in feine, knotige Fäserchen auf, welche die Muskelfasern in mancherlei Weise umspinnen und an ihnen endigen. An den Muskelfasern des Magens trifft man ganz ähnliche Endigungen". Wenn wir jedoch die betreffenden Abbildungen von Retzius näher ansehen, so müssen wir annehmen, dass Alles, was dieser Verfasser als Nervenendigungen im Herzen betrachtet, bloß als Artefacta zu deuten ist, nämlich als die bekannten, perlschnurartigen Niederschläge des Methylenblau. Wir gelangen zu einem solchen Schlusse, wenn wir die betreffenden Abbildungen mit anderen Figuren in derselben Arbeit (z. B. mit der Fig. 4 u. 5) vergleichen und uns erinnern, dass diese letzteren Retzius[2]) selbst in seiner späteren Arbeit über das periphere Nervensystem der Crustaceen als Kunstprodukte anerkannt hat.

In demselben Jahre fand Frau L. Pogoschewa[3]) im Herzen des Flusskrebses eine Gruppe von 4—6 Ganglienzellen, die im Nervenstamm eingelagert sind, welcher durch die Muskulatur des Herzens zieht; die Zellen sind uni-, bi- und tripolar, oval, mit runden Kernen versehen. Diese Beobachtung wurde im Jahre 1894 von Professor J. Dogiel[4]) bestätigt und erweitert. Dieser unermüdliche und scharfsinnige Forscher zeigte nämlich, dass im Herzen des Flusskrebses die Ganglienzellen in einer Kette eingelagert sind, die in der ganzen Länge des Herzens verläuft und aus 2 Zellengruppen besteht (einer vorderen und einer hinteren, jede aus 5—6 Zellen zusammengesetzt). Außerdem fand er aber auch einzelne Ganglienzellen an verschiedenen Stellen des Herzens. Alle Zellen sind birnförmig, uni- und multipolar und sind zwischen den Bündeln von Nervenfasern eingeschlossen, die baumförmig sich verästeln.

„Am kaudalen Ende des Herzens (sagt Dogiel) ist die Substanz unschwer nachzuweisen, welche unter dem Namen Punktsubstanz bekannt ist und derjenigen ähnelt, die schon in den Ganglien der Hauptnervenkette des Flusskrebses vorgefunden wurde". Die betreffende Abbildung, welche Dogiel giebt, um diese „Punktsubstanz" zu illustrieren, lehrt aber gar nichts und ist in histologischer Hinsicht äußerst

1) Biologische Untersuchungen. Neue Folge, I. 1890.
2) Biolog. Untersuchungen. Neue Folge, VII. 1995.
3) „Bote für Naturwissenschaften" (russisch), St. Petersbourg, Nr. 5, 1890.
4) Archiv f. mikr. Anatomie, 1894.

Digitized by Google

unklar. Es ist unmöglich zu erkennen, ob hier ein Netz oder ein Plexus von Nervenfaserverästelungen vorhanden ist, oder ob es sich hier um motorische Nervenendigungen handelt, welche ich an dieser Stelle im Herzen von *Palaemon* gefunden habe.

Fig. 1.

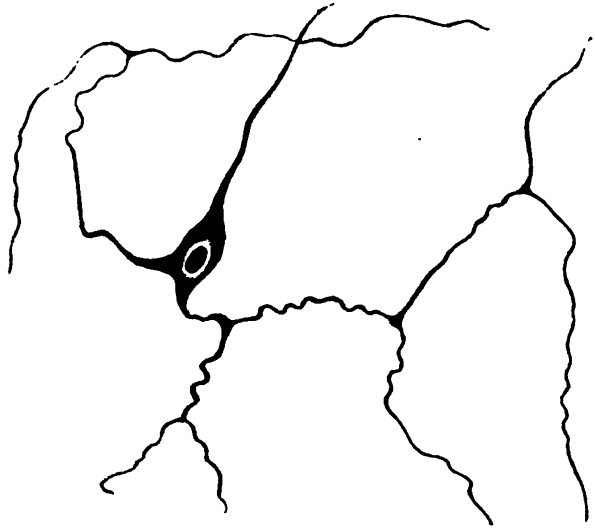


Fig. 1. Eine Ganglienzelle aus dem Herzen von *Palaemon treillanus*. (Oc. 4, S. 6, Mikr. Merk. u. Ebeling, mit Cam. lucid. gez.).

Während meines Aufenthaltes an der Zoolog. Station zu Neapel 1898 und an der k. k. Zoolog. Station in Triest 1899 habe ich unter anderen die Innervation des Blutgefäßsystems bei den Crustaceen mittels vitaler Methylenblauinjektionen untersucht. In allen Fällen waren die Präparate in pikrinsaurem Ammonium mit Zusatz von Osmiumsäure (nach Dogiel) fixiert. Als Untersuchungsmaterial dienten mir: *Palaemon treillanus*, *P. squilla*, *P. vulgaris*, *Squilla mantis*, zum Teil *Crangon vulgaris* und *Gebia littoralis*. Als die geeignetsten erwiesen sich die Palaemoniden, besonders der *Palaemon treillanus*

Im Herzen von *Palaemon* finden sich jederseits, mehr oder weniger in der Mitte einige sehr große, multipolare, stark verästelte Zellen, die sich mit Methylenblau so intensiv wie die Nervenäste färben (während die Muskeln und Bindegewebselemente des Herzens niemals einer so intensiven Färbung unterliegen, am häufigsten aber ganz ungefärbt bleiben) und dem ganzen Habitus nach den Nervenzellen äußerst ähnlich sind, weshalb ich sie als Ganglienzellen des Herzens betrachten muss, wiewohl ich niemals irgendwelche direkte Verbindung derselben mit den Nerven gesehen habe. Besonders schön sind diese riesigen Ganglienzellen im Herzen des *Palaemon treillanus* entwickelt. In Fig. 1 ist eine derselben dargestellt. Es ist eine dreipolare

Zelle, welche in starke Fortsätze übergeht; einer von diesen bleibt ungeteilt, die zwei anderen teilen sich mehrfach dichotomisch, wobei an den Teilungsstellen starke Verdickungen hervortreten. Das Cytoplasma ist feinkörnig, der ovale Kern von einem hellen Felde umgeben. Alle derartigen Ganglienzellen im Herzen von *Palaemon* sind multipolar; die Zahl der Fortsätze beträgt gewöhnlich 3—4; eine starke dichotomische Verästelung der meisten oder aller Fortsätze, die sehr oft geschlängelt verlaufen, ist die Regel; häufig verästeln sich die Fortsätze unter einem rechten Winkel (T-förmig). Eine einzelne Ganglienzelle ist auch in Fig. 2 (links) dargestellt.

Fig. 2.

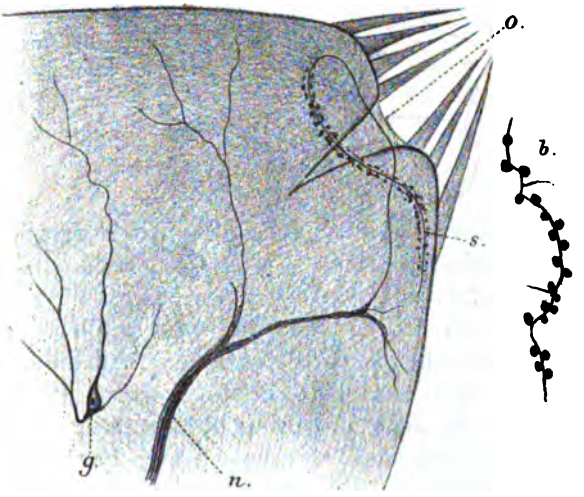


Fig. 2. Rechter, vorderer Teil des Herzens von *Palaemon squilla*, bei schwacher Vergrößerung.
g = Ganglienzelle; n = Nervenstamm; s = eine Nervenfaser, eine Schleife mit motorischen Endigungen bildend; rechts sind diese Endigungen vergrößert (b); o = ostium.

Am hinteren Ende treten in das Herz Nervenstränge ein, die sich bald verästeln. Wir unterscheiden zwei solche Stränge, einen rechten und linken, die aus einer Anzahl von Nervenfasern bestehen. Ihre Aeste verlaufen in verschiedensten Richtungen zwischen den Muskelfasern des Herzens. Die Fasern gehen in sehr feine Fäserchen über, die sowohl als Verästelungen der Endteile der Fasern, wie auch als seitliche Aestchen derselben entstehen. Außer den Anastomosen zwischen den dünneren Verästelungen der Nervenstränge, welche ihre Fasern verschiedenartig austauschen, habe ich sehr feine Netze im Herzen beobachtet, die aus feinsten Verästelungen der einzelnen Fasern gebildet sind. Die Maschen der Netze sind zum größten Teile regelmäßig viereckig oder multipolar und die

Digitized by Google

Fäserchen umspinnen einzelne Muskelfasern oder Gruppen derselben. Gewöhnlich beobachtete ich an denjenigen Punkten, wo 3—4 Fäserchen zusammentreffen, kleine variköse Verdickungen; dieselben sind aber auch an anderen Stellen, wiewohl seltener, zu beobachten. In Fig. 3 ist ein kleiner Teil eines solchen Netzes dargestellt. Die Netze

Fig. 3.

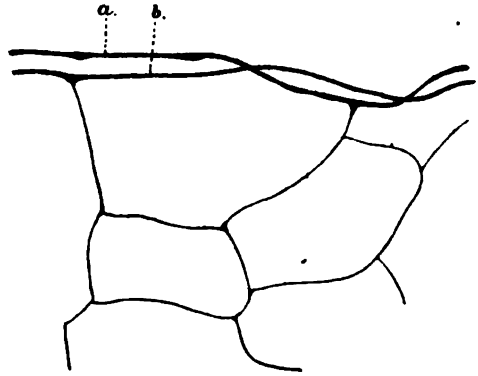


Fig. 3. Fibrillennetz im Herzen von *Palaemon treillanus*.
a, *b* = Nervenfaser.
(Oc. 2, S. Hom. Imm. $^1/_{18}$ b. Mikr. Merk. u. Ebel.; mit Cam. lucida gez.).

verbinden nicht nur verschiedene Teile derselben Nervenfaser, sondern auch verschiedene Nervenfasern, so dass eine kontinuierliche Verbindung derselben hergestellt wird — ein neuer Beleg gegen die immer mehr und mehr Grund verlierende Neuronenlehre! Ich muss hinzufügen, dass eine schöne und distinkte Färbung dieses Netzes mit Methylenblau zu erzielen schwierig ist; in sehr vielen Fällen, in welchen die Nervenfasern gefärbt waren, habe ich jedoch das feine Netz nicht gefunden. Ich habe einige Hunderte Injektionen gemacht, aber verhältnismäßig nur wenige Präparate erhalten, an welchen eine ganz distinkte, sehr intensive und äußerst schöne Färbung des feinen Netzes zu sehen war; die Präparate waren aber in diesen Fällen sehr überzeugend, die Konturen der feinen, intensiv gefärbten Fäserchen des Netzes auf dem blassen Tone der Muskelfasern waren sehr scharf und distinkt. Worin aber die Bedingungen einer ganz gelungenen Färbung dieses Netzes bei der so launenhaften vitalen Methylenblaumethode bestehen, bin ich nicht im Stande zu sagen.

Einzelne Nervenfasern bilden an ihren distalen Enden sehr feine, baumförmige Verästelungen, die mit vielen scheibchenförmigen, rundlichen, oder ovalen, sehr oft einreihig angeordneten Verdickungen frei enden, ganz auf dieselbe Weise, wie es Retzius in motorischen Nervenendigungen der Extremitätenmuskeln der Crustaceen (siehe die betr. Figuren in den „Biolog. Untersuchungen“ von 1890) so wunderschön zum ersten Male dargestellt hat. Was diese scheibchenförmigen Endigungen anbelangt, so kann ich noch hinzufügen, dass sowohl im Herzen und in den Gefäßen, wie auch an allen anderen Stellen, wo sie hervortreten, z. B. in den Extremitätenmuskeln, die Scheibchen bei

Digitized by Google

gelungenen Färbungen und starken Vergrößerungen folgenden Bau aufweisen: sie sind größer oder kleiner, rundlich oder oval, manchmal zugespitzt, abgeplattet und verdickt an der Stelle, wo das Fäserchen in sie eindringt, wobei die Verdicknng rundlich oder halbmondförmig ist und intensiver sich färbt. Rings um die großen, seitlichen Oeffnungen des Herzens, welche von starken, bandförmigen Fortsätzen (Ligamenta) umgeben sind (Fig. 2, rechts), beobachtete ich an gut gefärbten Präparaten, dass eine Nervenfaser die Oeffnung schlingenförmig umgiebt und an der ganzen Länge mit den obenerwähnten, scheibchenförmigen Endigungen versehen ist, die den Muskelfasern dicht anliegen.

Fig. 4.

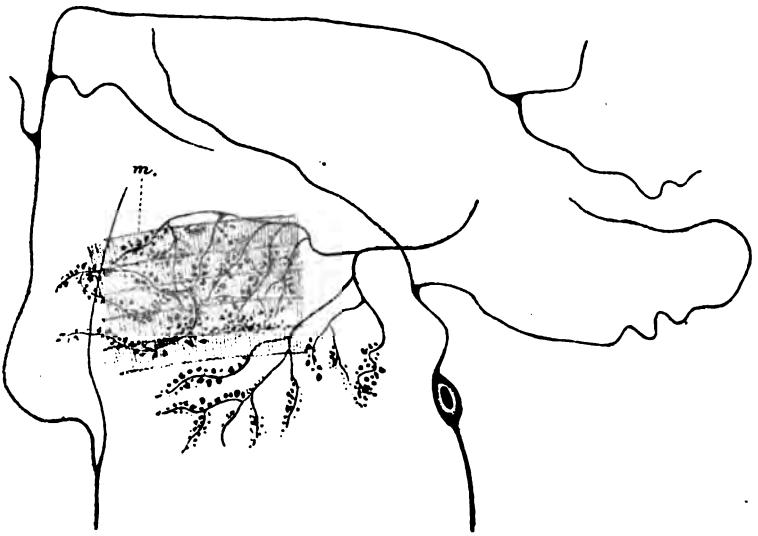


Fig. 4. Motorische Nervenendigungen (in Muskeln *m*) und zwei bipolare Zellen mit stark verästelten, distalen Fortsätzen (die Zelle der linken Faser ist hier nicht abgebildet) aus dem Perikardium von *Palaemon vulgaris*.
(Oc. 2, Syst. Hom. Imm. $^1/_{18}$ b. von Merk. u. Ebel.; mit Cam. lucida gez.).

Das Herz von *Palaemon* ist, wie bei allen anderen Dekapoden, von einer Perikardialmembran umgeben. Man kann in dieser letzteren einen oberen und einen unteren Teil unterscheiden, der das Herz von den unter ihm liegenden Eingeweiden trennt und besonders stark entwickelt ist. Dieser untere Teil des Perikards ist viel fester und dicker als der obere und besteht in der Mitte nur aus faserigem Bindegewebe, an der Peripherie dagegen noch aus quergestreiften Muskelfasern, die zum Teil radiär angeordnet sind. Das Perikardium ist sehr nervenreich, besonders aber — der obenerwähnte, ventrale, muskelhaltige Teil desselben. In diese Membran dringen nun starke Nervenfasern hinein, die paarig in den Muskeln gelegene, baumförmig ver-

Digitized by Google

ästelte und mit den bekannten scheibchenförmigen Verdickungen versehene motorische Nervenendigungen bilden. Außerdem trifft man in der Membran bipolare Nervenzellen, deren proximaler Fortsatz ungeteilt in den Nervenstrang eindringt und deren distaler Fortsatz dichotomisch sich teilt und in sehr lange, zuweilen geschlängelte Aestchen übergeht, die auf verhältnismäßig sehr großen Strecken verlaufen, um in dem Bindegewebe frei zu endigen (Fig. 4).

Außerordentlich nervenreich sind die Blutgefäße, welche, so weit es mir bekannt ist, bei den Crustaceen in dieser Hinsicht noch nicht näher untersucht worden sind.

Fig. 5.

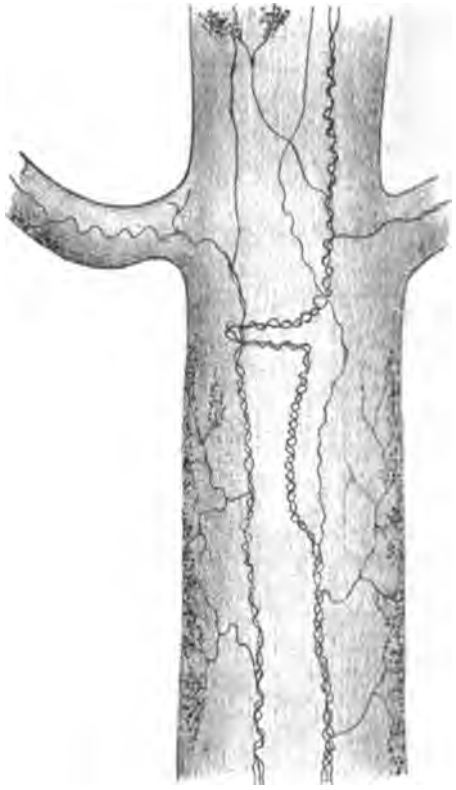


Fig. 5. Ein Teil der Aorta abdominalis (Methylenblaupräparat, fixiert) von *Palaemon treillanus*. (Oc. 4, Syst. 3, Mikr. Merk. u. Ebel.; mit Cam. luc. gez.).

In der Wand der Aorta abdominalis des *Palaemon*, die sich oberhalb des Darmes vom Herzen bis zum Hinterende des Körpers zieht, verlaufen starke Nervenfasern sowohl an der dorsalen, wie auch an der ventralen Seite des Gefäßes. Es scheint eine Regel zu sein, dass auf jeder Seite zwei Nervenfaserbündel verlaufen und jedes Bündel aus 2—3 Nervenfasern besteht. In jedem Bündel sind die einzelnen Nervenfasern sehr stark geschlängelt, wobei an einigen Stellen

Digitized by Google

die Schlingen aller Fasern eines Bündels parallel nebeneinander verlaufen, an anderen dagegen, und namentlich viel öfter, in entgegengesetzten Richtungen nach rechts und links. An den Stellen, wo aus der Aorta seitliche Arterienäste entspringen, dringen gewöhnlich einzelne Nervenfasern bogenförmig in dieselben hinein. In anderen Fällen verlaufen die Hauptfasern neben den Ursprungsstellen der Arterien in derselben Richtung weiter nach vorn, und senden nur seitliche, starke Fortsätze in diese Gefäße. Auf dem ganzen Verlaufe der Fasern sowohl in der Aorta wie auch in kleineren Arterien entspringen zarte, seitliche Aestchen, unter welchen zwei Arten zu unterscheiden sind: 1. lange, die parallel zu den Hauptfasern verlaufen und 2. kurze, welche mehr oder weniger rechtwinklig von den Hauptfasern entspringen, transversal verlaufen, gegen die seitlichen Flächen des Gefäßes sich richten und das Gefäß von verschiedenen Seiten umspinnen. Die feinsten Aestchen aller dieser Fortsätze zerfallen zuletzt in sehr zarte, verästelte Bäumchen, welche mit den bekannten, scheibchenförmigen Endigungen versehen sind, die den Muskelfasern der Gefäßwand sehr innig anliegen. Die obenerwähnten motorischen Nervenendigungen fand ich in allen Gefäßen, die aus dem Herzen entspringen.

Einzelne Nervenfasern der Gefäße gelangen bis zum Ursprunge derselben von der Herzwand, verästeln sich hier besonders stark und bilden ansehnliche, motorische Bäumchenendigungen, welche wahrscheinlich die am Ursprunge der Arterien sich befindenden Klappen innervieren.

In dem „Subneuralgefäße" von *Squilla mantis* fand ich nicht derartig verlaufende Nervenfasern, wie in den Arterien von *Palaemon* und *Crangon*.

Was dieses Subneuralgefäß von *Squilla* anbetrifft, so hat es zuerst C. Claus[1]) gefunden und beschrieben. Dieses ansehnliche Gefäß verläuft median, längs der Ventralseite der Ganglienkette und entsendet in jeden Ganglienknoten Schlingen, die in denselben, wie es Claus zuerst nachgewiesen hat, zahlreiche Nebenschlingen bilden, giebt daneben aber auch mehrere seitliche Aeste ab, welche mit dem in die Extremitäten eintretenden Gefäßzweige der dorsalen Gefäßpaare anastomosieren. Die Wand dieses Subneuralgefäßes ist nun von Nervenfasern umsponnen, die einerseits in Nervenstämme eintreten, andrerseits zu ovalen, bipolaren Zellen gelangen, deren distaler Fortsatz sich reichlich, dichotomisch verästelt. Die Aeste dieses Fortsatzes teilen sich oft T-förmig und verlaufen öfters an sehr großen Strecken mehr oder weniger geschlängelt. In Fig. 6 ist eine dieser Zellen samt der Nervenfaser, die in einen Nervenstamm eindringt, dargestellt.

1) C. Claus, Die Kreislauforgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Wien 1883.

Digitized by Google

Was die Innervation des sehr langen, muskulösen Herzens von *Squilla mantis* anbelangt, so verläuft längs desselben ein starker Nervenstrang, der aus einer geringen Anzahl (6—8) Nervenfasern besteht, unter welchen drei Arten zu unterscheiden sind: 1. sehr starke, grobe Fasern (3—4); 2. dünnere, zarte, einfache; 3. Fasern, die je aus 3—4 sehr zarten Fäserchen bestehen. Die Fasern aller drei Arten sind mit einer äußeren, dünnen Hülle versehen mit ovalen Kernen auf der Innenfläche derselben.

Fig. 6.

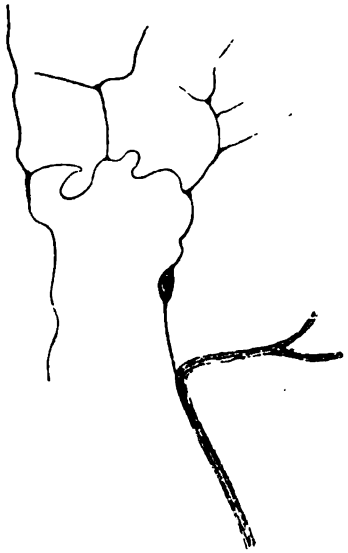


Fig. 6. Eine bipolare Ganglienzelle mit stark verästeltem, distalen Fortsatze aus der Subneuralgefäßwand von *Squilla mantis*. (Oc. 5, Syst. 3, Mikr. Merk. u. Ebel.; mit Cam. luc. gez.).

Die starken Fasern verlaufen an sehr großen Strecken, sie werden am Ende dünner und teilen sich hier in zwei Aeste von gleicher Stärke, die weiter in zarte, sich verästelnde Fäserchen zerfallen. In anderen Fällen gehen sie ungeteilt in einen allmählich dünner werdenden Endabschnitt über, der seinerseits sekundäre Aestchen entsendet. Außerdem entspringen an der ganzen Länge einer jeden starken Faser hier und da einzelne Seitenfäserchen, die sich weiter verästeln. Alle diese Fortsätze, sowohl die seitlichen, wie auch die am Ende entspringenden, gehen nun in ein sehr zartes Fibrillennetz über, welches zwischen den sich unter einem rechten Winkel kreuzenden Muskelfasern der Herzwand verläuft und diese Muskeln umspinnt. Einzelne Seitenfortsätze der Grobfasern bilden außerdem an ihren Enden baumförmige, zarte Verästelungen, die mit den bekannten scheibchenförmigen Verdickungen (motorische Endigungen) versehen sind. Auch die dünneren Fasern der zweiten und dritten Art entsenden zarte Fortsätze, die ebenfalls in feine Fibrillennetze übergehen, welche nicht nur untereinander, sondern auch mit den Netzen, die durch die Fortsätze der Grobfasern gebildet sind, kontinuierlich sich verbinden (Fig. 7).

Digitized by Google

Fig. 7.

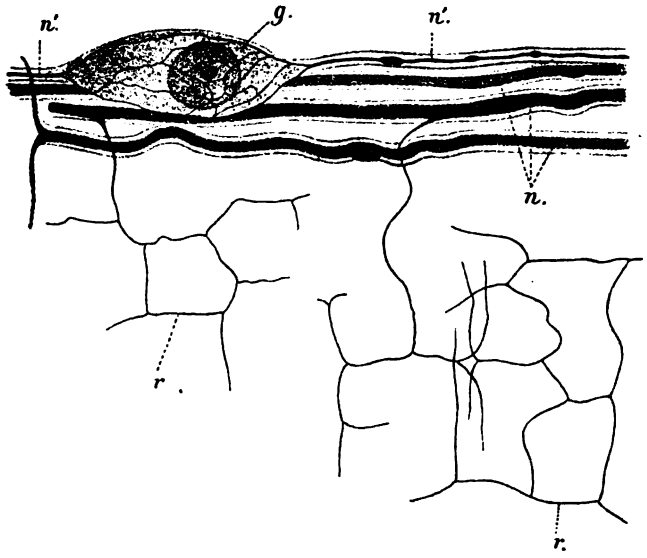


Fig. 7. Drei starke Nervenfasern (*n*), eine bipolare Ganglienzelle (*g*), die an beiden Polen in dünne Fasern (*n'*) übergeht und ein Teil des Nervennetzes (*r*) aus dem langen, gefäßähnlichen Herze von *Squilla mantis*.
(Oc. 1, S. Homog. Im. $^1/_{12}$ Reichert; mit Cam. luc. gez.).

Im ganzen Verlaufe des Nervenfaserbündels sind große, länglich-ovale, bipolare Ganglienzellen eingelagert. An einem Pole dringt in die Zelle eine Nervenfaser ein, an dem anderen verlässt sie dieselbe. Im peripherischen Teile des Cytoplasmas findet sich ein zartes Fibrillennetz, welches den Kern umgiebt und so die Verbindung der eintretenden und heraustretenden Nervenfaser herstellt, was an die Verhältnisse erinnert, welche Apáthy[1]) und Bethe[2]) in den Ganglienzellen der Hirudineen resp. der Crustaceen beschrieben haben (Fig. 7). Die genannten Ganglienzellen fallen besonders durch ihre großen, hellen Kerne auf. An gut gelungenen Methylenblaupräparaten tritt das Fibrillennetz im Cytoplasma sehr distinkt hervor. Zwei konzentrisch sich umgebende Fibrillennetze (ein inneres und äußeres) im Cytoplasma, wie es Apáthy und Bethe beschrieben haben, habe ich in den Ganglienzellen des Herzens von *Squilla* niemals gesehen. Multipolare Zellen wie beim *Palaemon* habe ich hier nicht angetroffen.

An die oben dargelegten Beobachtungen will ich noch einige Bemerkungen anknüpfen inbetreff der von Bethe, mir und Schreiber, Holmgren und St. Hilaire beschriebenen, multipolaren, subepidermalen Nervenzellen bei den Crustaceen.

1) Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel, Bd. 12, 1897.
2) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. 51, 1898.

Digitized by Google

Im Jahre 1896 veröffentlichte Bethe[1]) eine kurze Mitteilung über das peripherische Nervensystem von *Astacus fluviatilis*, indem er behauptete, dass bei diesem Tiere multipolare, unter einander direkt anastomosierende Nervenzellen subepidermal sehr reichlich vorhanden sind. Bald darauf erschien über dieselbe Frage ein Aufsatz von Emil Holmgren[2]), der eben auch wie Bethe die vitale Methylenblaumethode benutzte. Er fand den von Bethe beschriebenen analoge subepidermale Bildungen, er musste aber dieselben als mesenchymatische Zellen auffassen, umsomehr als er niemals Verbindungen dieser Zellen mit den Nerven wahrnehmen konnte. Im nächsten Jahre haben ich und Schreiber[3]) eine Untersuchung veröffentlicht, in welcher wir auf Grund der Methylenblaumethode die Beobachtung Bethe's zu konstatieren und zu erweitern suchten. Wir fanden unter den multipolaren, Anastomosen bildenden, subepidermalen Zellen des Krebses sowohl solche, die mit Nerven zusammenhängen, wie auch andere, die einen solchen Zusammenhang nicht zeigen, wir haben aber alle diese Zellen auf Grund der Methylenblaufärbung als Nervenzellen gedeutet und bald darauf publicierte W. Schreiber[4]) eine kurze Notiz, in welcher er den Zusammenhang einiger dieser multipolarer subepithelialer Zellen mit den Nerven auch mittels der etwas modifizierten Golgi'schen Methode zu zeigen suchte.

Im vorigen Jahre erschien nun ein interessanter Aufsatz von E. Holmgren[5]), in welchem dieser verdienstvolle Forscher zu beweisen versuchte, dass unter den multipolaren, subepidermalen, Anastomosen bildenden Zellen der Crustaceen zwei Arten von Bildungen streng zu unterscheiden sind, und namentlich 1. die „Bethe'schen Zellen", welche falsch von Bethe als Nervenelemente gedeutet worden sind und welche niemals mit den Nerven zusammenhängen und bloß mesenchymatische Elemente darstellen und 2. in viel geringerer Anzahl auftretende, multipolare Zellen, die mit den Nerven zusammenhängen und für Nervenzellen angesehen werden müssen, welche denjenigen entsprechen, die Holmgren auch unter der Haut der Raupen gefunden hat. „So weit — sagt Holmgren — ich durch meine eigenen Untersuchungen gefunden zu haben glaube, haben Nusbaum und Schreiber, anstatt die Beobachtungen Bethe's zu konstatieren, eine ganz neue Entdeckung gemacht, der die größte prinzipielle Bedeutung zugeschrieben werden muss. Sie haben nämlich wesentlich analoge, multipolare Nervenzellen mit denen von mir bei den Raupen beschriebenen und abgebildeten gefunden".

1) Biolog. Centralblatt, 12, Nr. 1, 1896.
2) Anatom. Anzeiger, Bd. 12, Nr. 19 u. 20, 1896.
3) Biolog. Centralblatt, Bd. XVII, Nr. 17, 1897.
4) Anatom. Anzeiger, Bd. 14, Nr. 10, 1898.
5) Anatom. Anzeiger, Bd. 14, Nr. 16, 1898.

Digitized by Google

In demselben Jahre erschien nun eine Arbeit von K. Saint-Hilaire[1]), die im Laboratorium und unter der Leitung des Prof. A. S. Dogiel ausgeführt wurde. Er bestätigt in allen Einzelheiten die von mir und Schreiber gemachten Beobachtungen und kommt zu dem Schlusse, dass der Krebs ein subepitheliales Nervengeflecht besitzt, welches aus multipolaren Zellen besteht, wobei die Zellen „mit verzweigten Dendriten und (vielleicht nicht alle) mit einem Axencylinder ausgestattet sind" und dass die Verzweigungen der Dendriten benachbarter Zellen häufig unter einander verschmelzen. St. Hilaire untersuchte vornehmlich die Kiemen des Krebses und fand hier außer den bipolaren Rath-Retzius'schen Nervenzellen auch die obengenannten multipolaren Zellen. Er deutet aber alle diese Zellen als Nervenelemente ungeachtet dessen, dass viele von denselben keinen Zusammenhang mit den Nerven aufweisen.

Nachdem ich nun diese schwierig zu lösenden Verhältnisse weiter studiert habe und das nicht bloß beim Flusskrebse, sondern auch bei *Palaemon*, *Crangon*, *Squilla*, *Gebia*, *Anilocra* und einigen anderen marinen Formen, muss ich zu dem Schlusse gelangen, dass Holmgren in vollem Rechte ist, wenn er behauptet, dass diejenigen Zellen, welche Bethe beschrieben und abgebildet hat und welche zahlreiche bogenförmige Anastomosen zeigen, niemals aber mit einer Nervenfaser, die in einen Nervenstamm eintritt, versehen sind — mesenchymatische Elemente darstellen. Das wichtigste Kriterium, die fraglichen verzweigten Zellen als Nervenzellen aufzufassen, ist eben ihr Zusammenhang mit den Nerven. Solche mit Nerven zusammenhängende Zellen habe ich und Schreiber gefunden und abgebildet, eine solche Zelle zeichnet auch Holmgren in Fig. 7 *(a)* seiner letzten Mitteilung und deutet sie als eine Nervenzelle (Anat. Anzeiger, Nr. 16, 1898), aber diese Zellen sind unvergleichlich spärlicher als die mesenchymatischen, anastomosierenden Bethe'schen Elemente, die außerordentlich zahlreich sind und an der ganzen Oberfläche des Körpers unter dem Hypoderm liegen. Bei erneuten Untersuchungen habe ich niemals eine Verbindung der Bethe'schen Zellen mit denjenigen Zellen gesehen, deren proximaler Fortsatz in den Nerven eintritt. Ich habe dagegen Anastomosen zwischen multipolaren Zellen, die mit Nerven zusammenhängen, konstatiert. Diese eine Thatsache spricht schon genügend gegen die Nervennatur der von Bethe abgebildeten und niemals mit den Nervenstämmen zusammenhängenden Zellen. Außerdem habe ich auch in der Form und im allgemeinen Habitus allmähliche Uebergänge zwischen den Bethe'schen und denjenigen Zellen gefunden', die schon ohne Zweifel bindegewebige Elemente sind und zahlreiche Pigmentkörnchen enthalten. [78]

1) Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St. Petersbourg, Nr. 4, 1898.

Digitized by Google

Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Puppe vom Tagpfauenauge (*V. jo* L.).

Von Dr. phil. u. med. **Ludwig Kathariner**, Freiburg (Schweiz).

Eine Anzahl von Schmetterlingsarten zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Raupen oder Puppen in zwei oder mehr verschieden gefärbten Formen vorkommen können. Allbekannte Beispiele bieten die Raupen des Weinschwärmers (*D. elpenor* L.), des Totenkopfes (*A. atropos* L.), die Puppen des Schwalbenschwanzes (*P. machaon*) verschiedener *Vanessa*-Arten u. a.

In einigen Fällen ist die Abhängigkeit des Auftretens der einen oder andern Farbe von äußeren Verhältnissen experimentell nachgewiesen. So können die Raupen des Spanners *Eupithecia oblongata* Thbg. je nach der Farbe der Blüten, auf denen sie leben, in reinweißem, grünem, gelbem, rötlichem, bräunlichem oder violettem Gewande auftreten. Dass die farbigen Strahlen der nächsten Umgebung, in der die Raupe lebt, nicht die mit der Nahrung aufgenommenen Pigmente es sind, welche die Farbe der Raupenhaut bedingen, ist durch Versuche von Chr. Schröder[1]) außer Zweifel gestellt.

Nach T. W. Wood[2]) sind die Puppen von *P. rapae* L. fast weiß, bezw. sehr dunkel, je nachdem die Raupen in weißen oder schwarzen Kisten zur Verpuppung kamen.

Nach Standfuss[3]) lieferten Raupen von *V. cardui* L, welche sich bei + 40° C und solche von *V. urticae* L., die sich bei + 37° C in einem beiderseits mit weißen Leinen bespannten, dem vollen Tageslicht ausgesetzten Holzrahmen verpuppten, Puppen von einer annähernd weißen Totalfärbung; bei + 18°—23° C dagegen ergaben sich Puppen vom natürlichen, graubraunen Colorit. St. schließt daraus, dass die Färbung variabler Puppen bei einer gewissen Temperatur von der Farbe des Untergrundes abhänge.

Poulton[4]) erhielt von 6 erwachsenen Raupen von *V. jo* L., die in einem mit gelbgrünem Papier beklebten Glas gehalten wurden, 5 Stück der sonst seltenen hellgrünen Varietät der Puppe.

Die gewöhnliche Färbung der Puppe dieses Falters ist ein helleres oder dunkleres Graubraun mit einzelnen metallisch glänzenden Flecken. Die helle grünlich-gelbe Varietät kommt nur ausnahmsweise vor und

1) Chr. Schröder, Experimentale Untersuchungen bei den Schmetterlingen und deren Entwicklungszuständen. Ill. Zeitschr. f. Ent., Bd. I, 1896.

2) T. W. Wood, Remarks on the Coloration of Chrysalids. Proceed. Ent. Soc. London 1867.

3) M. Standfuss, Handbuch der paläarktischen Großschmetterlinge, 1896.

4) B. Poulton, Cause and extent of colour-relation between lepidopterous pupae and surrounding surfaces. Proceed. Roy. Soc. London 1887.

Digitized by Google

wird daher z. B. von Hofmann[1]) und Rühl[2]) nicht einmal erwähnt.

Da mir im Juli d. J. mehrere Hunderte von Raupen des Tagpfauenauges zur Verfügung standen, so benutzte ich die Gelegenheit zu Versuchen über einen etwaigen Zusammenhang äußerer Verhältnisse mit dem Auftreten der Puppe in der einen oder andern Form.

Das Resultat war mir insofern ein überraschendes, als für die Puppen, die sich im vollen Tageslicht in hellgefärbter Umgebung entwickelten, das normale Verhältnis der Stammform zur Varietät sich umkehrte: die sonst seltene helle Spielart trat in überwiegender Mehrheit gegenüber der dunkeln typischen Form auf. In einem zur Hälfte weiß zur andern schwarz ausgestrichenen Zuchtkasten, gehörte etwa die Hälfte der Puppen zur Stammform, die Hälfte zur Varietät; aber auf schwarzem Grunde kam keine einzige ganz helle, auf weißem Grunde keine einzige ganz dunkle Puppe zur Entwicklung.

In der Dunkelkammer, unter Ausschluss des Tageslichtes gebildete Puppen gehörten in überwiegender Anzahl zur dunkeln Stammform.

Im folgenden sollen nun die betreffenden Versuche unter genauen Zahlenangaben näher erläutert werden.

Die Puppen in 3 verschiedenen Kästen wurden einer Sortierung und Zählung nach ihrer Zugehörigkeit zur typischen graubraunen Stammform oder zur gelbgrünen Varietät unterworfen.

Bei der Stammform ist die Grundfarbe rötlichgrau, durch eine dichte schwarze Rieselung und Fleckung mehr oder weniger verdeckt. Metallflecken fehlen entweder ganz, oder sie sind klein. Sind die Linien und Flecken breit angelegt, so lassen sie zwischen sich nur wenig von der Grundfarbe durchscheinen und das Gesamtkolorit der Puppe erscheint dunkelschwarzgrau. Im folgenden sind solche Stücke als „ganz dunkel" bezeichnet. Wenn dagegen die Rieselung durch sehr feine Striche gebildet wird, herrscht die rötlichgraue Grundfarbe vor und die betreffenden Puppen erscheinen wesentlich lichter.

Die Varietät hat dagegen einen hell gelblichgrünen oder gelblichweißen Grundton. Bei den „ganz hellen" Stücken findet sich von einer Zeichnung auf den Flügeldecken nur ein rotbrauner Streifen am Hinterrand, nahe dem Innenwinkel, ein kleiner Wisch in der Mitte des Außenrandes und ein feiner Schatten in der Gegend der Mittelzelle. Außerdem sind die verschiedenen spitzen Vorsprünge des Körpers und die Enden der Fühlerscheiden rotbraun. Goldglänzende Metallflecken auf der Rückenseite sind meist vorhanden.

1) E. Hofmann, Die Raupen der Großschmetterlinge Europas, 1893 (Taf. 6 Fig. 13 wird die helle Varietät abgebildet, im Text aber ist sie nicht angeführt).

2) E. Rühl, Die paläarktischen Großschmetterlinge, 1895.

Digitized by Google

Kommt nun zu den genannten Zeichnungselementen noch eine sehr feine dunkle Strichelung hinzu, so scheinen solche Stücke zwar weniger hell, aber, da die helle Grundfarbe nur sehr wenig verdeckt ist, doch viel lichter als die entsprechend gezeichneten Puppen der typischen Form mit rötlichgrauem Grund. Es sind deshalb in der Zusammenstellung die typischen Puppen kurzweg als dunkele, bezw. ganz dunkele, die zur Varietät gehörigen als helle bezw. ganz helle bezeichnet.

Mit dem Sortieren der Puppen wurde selbstverständlich einige Tage bis nach der Verwandlung der letzten Raupe gewartet, so dass mit Sicherheit alle ihre definitive Färbung angenommen hatten. Ein sehr großer Bruchteil aller Raupen ging durch Parasiten noch vor der Verpuppung zu Grunde, fiel damit also selbstverständlich für das Resultat weg.

1. Versuch. Etwa 100 Raupen wurden in einem Kasten aus hellem, ungestrichenem Tannenholz untergebracht, der, vorn und an den Seiten mit großen Drahtgazefenstern versehen, dem Tageslicht voll ausgesetzt wurde. Es ergaben sich 69 Puppen. Von diesen waren:

Dunkel . 21 = 30% (ganz dunkel 11).
Hell . . 48 = 70% (ganz hell 40).

Die helle Varietät übertraf an Anzahl bei weitem die dunkele Stammform und wies zugleich in $^4/_5$ die ganz helle Färbung auf, während unter den typischen Stücken nur die Hälfte ganz dunkel war.

2. Versuch. Ein horizontal liegender Kasten wurde innen halb schwarz (mit Spirituslack), halb weiß (mit Leimfarbe) ausgestrichen, jederseits also die Hälfte der Decke, des Bodens, der Vorder- und Rückwand und die ganze Seitenwand Die Vorderwand allein, zugleich Thür, enthielt ein großes Drahtfenster; durch dieses fiel das Licht des genau parallel zum Fenster gestellten Kastens so in diesen, dass beide Hälften gleichstark belichtet waren. Die Decke, an der sich die Raupen zum Verpuppen aufhingen, konnte indess kein direktes, sondern, wie auch im 1. Versuch, nur von den Kastenwänden reflektiertes Tageslicht erhalten.

Der Kasten wurde mit etwa 150 Raupen besetzt und das Futter in annähernd gleichmäßiger Schicht auf den Boden gelegt, so dass es gleich hoch an den weißen und schwarzen Wänden hinaufragte.

Zunächst war auffallend, dass die Raupen die weiße Hälfte des Kastens bevorzugten; hier fraßen sie fast ausschließlich und an der Decke derselben hatten sich schon viele zum Verpuppen aufgehängt, als die schwarze Hälfte noch ganz leer war. Von einem gewissen Zeitraum an begannen sich dann auch Raupen in größerer Anzahl in der schwarzen Abteilung zu verpuppen.

Schließlich verteilten sich 103 Puppen so:

Auf Schwarz . 44 = 42,7%.
Auf Weiß . . 59 = 57,3%.

Digitized by Google

Dass die Raupen dem Lichte zustrebten, äußerte sich auch darin, dass die mehr nach dem Fenster gelegene Partie der Decke zuerst und am dichtesten mit Puppen besetzt wurde. Der Kasten hatte 32 cm Tiefe. Auf Schwarz hingen nur 3 Puppen weiter als 12 cm vom Drahtfenster nach hinten, auf Weiß ging eine ganze Anzahl über diese Grenze hinaus. Was nun die Verteilung der 103 Puppen auf die beiden Formen angeht, so waren davon:

Dunkel . 53 = 51,5 %.
Hell . . 50 = 48,5 %.

Auf die schwarze und weiße Hälfte des Kastens hinwieder verteilten sich die verschiedenen Puppen folgendermaßen:

Auf Schwarz insgesamt 44; davon:

Dunkel . 43 = 98 % (ganz dunkel 38).
Hell . . 1 = 2 % (ganz hell 0).

Auf Weiß insgesamt 59; davon:

Dunkel . 10 = 17 % (ganz dunkel 0).
Hell . . 49 = 83 % (ganz hell 34).

Auf Schwarz gehören also mit einer Ausnahme alle Puppen zur Stammform, davon sind weitaus die meisten ganz dunkel. Völlig fehlt die ganz helle Form der Varietät. Umgekehrt herrscht letztere auf Weiß vor, wogegen die ganz dunkle Form des Typus hier gar nicht vertreten ist.

3. Versuch. 23 Raupen wurden in einem absolut dunkeln Kellerraum bei + 18° C Temperatur bis zur Verpuppung erzogen, die alle erreichten. Von den 23 Puppen waren:

Dunkel . 17 = 74 % (ganz dunkel 16).
Hell . . 6 = 26 % (ganz hell 5).

Bei Wegfall jeder Lichteinwirkung gehören also zur typischen Form $^3/_4$, zur Varietät nur $^1/_4$ der Summe; zugleich ist das Vorherrschen der extremen Färbung bei beiden Gruppen auffallend.

Es erscheint mir ziemlich sicher, dass in vorliegenden Versuchen das zahlenmäßige Verhältnis der Varietät zur Stammform durch Lichteinflüsse bestimmt wurde. Wenngleich nicht geleugnet werden soll, dass auch die hohe sommerliche Wärme, die während der kritischen Zeit auf die Tiere der beiden ersten Versuche einwirkte, das Entstehen lichter Färbung begünstigt haben kann[1]), so muss doch dem Licht die Hauptwirkung zugeschrieben werden. Denn im schwarzweißen Kasten fand sich die dunkle Form vorwiegend, in ihrem Extrem ausschließlich, in der schwarzen Hälfte und umgekehrt, bei gleicher Temperatur für beide. Wenn direkte Sonnenstrahlen den schwarzen Grund getroffen hätten, würde sogar die ihm nächste Luftschicht, welche die Puppen umgab, eine etwas höhere Temperatur als in der weißen Hälfte erhalten haben.

1) Vergl. die eingangs erwähnten, von Standfuss an *V. urticae* u. *cardui* gemachten Beobachtungen.

Digitized by Google

Da weiterhin das einfallende Tageslicht für beide Hälften gleich war, so muss die von den Kastenwänden reflektierte Lichtmenge den bestimmenden Einfluss geübt haben.

In den beiden ersten Versuchen sehen wir die Varietät, im Gegensatz zur Norm, die Stammform an Zahl bei weitem übertreffen oder ihr gleichkommen. Daraus können wir auf eine Umfärbung ursprünglich dunkel veranlagter Individuen unter dem Einflusse heller Beleuchtung schließen. Statt der rötlichgrauen, bildete sich bei einer Anzahl die gelbgrüne Grundfarbe aus. Auch die schwarze Zeichnungsfarbe scheint, wenigstens in ihrer Ausdehnung, beeinflusst zu werden, wie namentlich aus dem 2. Versuch hervorgeht, wo ganz dunkle Stücke auf Weiß gar nicht zur Ausbildung kamen; es fällt dies besonders auf, wenn wir berücksichtigen, dass auf schwarzem Grund 88 % der Stammform ganz dunkel wurden, in der Dunkelkammer sogar 94 %. Außerdem waren die betreffenden Stücke aus der Dunkelkammer und von denen auf schwarzem Grund die am weitesten nach hinten hängenden entschieden die dunkelsten überhaupt, fast schwarz.

Meiner Meinung nach handelt es sich bei dem Vorgang um einen chemisch-physikalischen Prozess, ähnlich der Erscheinung, welche Wiener[1]) als „mechanische Farbenanpassung" bezeichnet; „sie entsteht durch Auslese der Farbstoffe, welche der zerstörenden Einwirkung der Beleuchtungsfarbe am besten widerstehen; das sind die gleichfarbigen". Dass aber diese, unter Umständen freilich nützliche, Farbenempfindlichkeit der Raupen- bezw. Puppenhaut nicht durch Zuchtwahl im vorliegenden Fall erworben ist, oder eine Zielstrebigkeit einschließt, scheint mir aus Nachstehendem hervorzugehen.

Das gefährdetste Stadium für *V. jo* ist offenbar das der Raupe, die, zudem gesellig lebend, schon auf viele Schritte weit wegen ihres schwarzen Kleides auffällt; die vereinzelt in den Nesselstauden hängenden Puppen sind viel schwerer auffindbar, gleichviel ob sie hell oder dunkel gefärbt sind. Warum behielt die Raupe ihre schwarze Farbe?

Dass sie in ihrem „unzweckmäßigen" Gewand von ihren Feinden thatsächlich leicht gefunden wird, beweist der Umstand, dass fast $^1/_3$ der von mir eingetragenen von Tachinenlarven bewohnt war, und zu Grunde ging. Gegen größere Feinde wenigstens scheinen die Raupen durch ihre spitzen Dornen geschützt zu sein. Eidechsen indess, denen ich solche vorwarf, fraßen sie trotzdem, indem sie die Raupe quer fassten, sie mehrmals von vorn nach hinten durchkauten, dadurch die Stacheln umlegten und dann schluckten.

Außerdem bietet eine andre Art, *V. urticae* das Beispiel eines Puppendimorphismus, in dem die Farbe der Varietät unter Umständen direkt schäd-

1) O. Wiener, Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur. Annalen der Physik u. Chemie, Bd. 55, 1895.

Digitized by Google

lich wirken kann; nichtsdestoweniger wird sie auch dann unter gegebenen Einflüssen entstehen. Vor mir liegt eine im Freien gefundene, an einem grünen Nesselblatt hängende Puppe der Art, deren ganzer Körper in herrlichem Goldglanze erstrahlt. Nach C. Ed. Venus[1]) ist intensive Sonnenstrahlung eine Bedingung zum Entstehen dieser Form. Andererseits ergaben *Urticae*-Raupen, die ich auf ganz weißem Grunde sich verpuppen ließ, die typische, dunkelbraungrau gefärbte Form.

Niemand wird die goldglänzende Varietät der *Urticae*-Puppe als durch Naturzüchtung entstanden ansehen, zumal ein goldglänzender Untergrund in der freien Natur für die Puppe nicht in Betracht kommt.

Eimer[2]) führt, um eine Anpassung durch Auslese abzuweisen, ein nach ihm dann auch von Wiener[3]) citiertes Beispiel an, dass Puppen „die rote Farbe eines sie umhüllenden Tuches angenommen haben, welche Farbe in der freien Natur kaum maßgebend für sie sein konnte".

Eine nähere Angabe darüber, von wem diese Beobachtung herrührt, und an welcher Puppenart sie gemacht wurde, vermisst man aber, um so unlieber, als das, was Barber[4]) an den Puppen des *Papilio nireus* beobachtete, damit in direktem Gegensatz steht. Während dieselben nämlich die verschiedensten Farben von Naturgegenständen annahmen, die ihnen zum Anheften dienten, änderte eine mit einem Stück Scharlachtuch umhüllte Raupe beim Verpuppen ihre Farbe nicht in Rot, sondern behielt die gewöhnliche grüne Farbe; die kleinen roten Flecke allerdings, mit denen sie gezeichnet war, erschienen glänzender als gewöhnlich. Man wird also bis auf weiteres gut thuen, das von Eimer angeführte Beispiel nicht zur Grundlage theoretischer Ableitungen zu machen.

Wenn nun auch zugegeben wurde, dass die Farbenempfindlichkeit der *Jo*-Puppe eine gewisse Aehnlichkeit mit Vorgängen bei der Farbenphotographie hat, so muss doch eine völlige Analogie damit abgelehnt werden. Denn in absoluter Dunkelheit trat die gelblichgrüne Varietät auch auf, das betreffende Pigment kann sich also auch ohne den Einfluss hellen Lichtes bilden. Wenn wir dies bedenken, muss es auch sehr sonderbar erscheinen, dass auf dem schwarzen Grund im 2. Versuch gar keine ganz helle Puppe auftrat. Nach dem 3. Versuch musste man doch mindestens eine oder die andere erwarten. Ob hier eine Zufälligkeit vorliegt, werden weitere Versuche aufklären müssen.

---

1) C. Ed. Venus, Ueber Varietäten-Zucht. Korresp.-Bl. d. entom. Ver., Iris zu Dresden, I. Bd., 1888.

2) Th. Eimer, Die Entstehung der Arten, 1888, S. 155.

3) l. c. S. 105.

4) M. E. Barber, Notes on the peculiar habits and changes which take place in the larva and pupa of *Papilio Nireus*. Transact. Ent. Soc., 1874.

Digitized by Google

Nachtrag.

Wider Erwarten hatte ich nochmals im September d. J. eine größere Anzahl von Raupen der zweiten Generation zur Verfügung, um den oben beschriebenen Versuch 2 zu wiederholen. Das in dem ersten Versuch gewonnene Resultat fand auch diesmal insoweit seine Bestätigung, als ganz helle Puppen nur in der weißen Hälfte des Kastens auftraten, dagegen zeigten sich folgende zwei Abweichungen.

Während im ersten Versuch nahezu die Hälfte aller Puppen zur hellen Varietät zählte, standen im zweiten Versuch 7 hellen Puppen 61 dunkelgefärbte gegenüber. Und weiter, während früher die Raupen in ganz auffallender Weise die helle Hälfte des Kastens bevorzugten, trat diesmal das Umgekehrte ein, trotzdem das Streben der Tiere nach dem Licht dasselbe insofern war, als auch hier die Puppen dichtgedrängt die dem Fenster nächstgelegene Zone der Decke besetzten. Für beide Thatsachen glaube ich, für den ersten mit großer, für den zweiten mit einiger Wahrscheinlichkeit die Temperaturverhältnisse zur Erklärung heranziehen zu dürfen.

Der frühere Versuch, welcher eine so hohe Prozentzahl hellgefärbter Puppen ergab, fand im Juli statt, zu einer Zeit, wo die Temperatur zwischen 20—30° C schwankte. Auch anfangs September hielt sich dieselbe noch auf 22—23° C und um diese Zeit kamen die wenigen hellen Puppen des vorliegenden Versuchs zur Entwicklung. Gegen den 10. September sank das Thermometer plötzlich auf 15° C und hielt sich seitdem auf dieser Höhe; alle Raupen ohne Ausnahme, die sich während dieser Zeit verpuppten, ergaben die dunkele Form Daraus geht mit ziemlicher Sicherheit hervor, dass außer dem Licht auch eine gewisse Wärme die Entstehung der hellen Varietät beeinflusst, wie dies Standfuss bereits für *V. cardui* und *urticae* nachgewiesen hat.

Es bleibt noch die merkwürdige Thatsache zu erklären, warum vom selben Zeitpunkte ab die Raupen die weiße Kastenhälfte mieden und die schwarze bevorzugten. Ich denke dabei an die Möglichkeit, dass infolge der intensiveren Absorption von Wärmestrahlen durch die schwarzen Kastenwände in der betreffenden Hälfte eine, wenn auch nur minimale Temperaturerhöhung statthatte, hinreichend, um die ja auch dem Licht gegenüber äußerst sensiblen Raupen anzuziehen; zumal die herrschende Temperatur schon nahe an dem für das Gedeihen dieser Tiere nötigen Minimum liegt; die Entwicklung nimmt das mehrfache an Zeit in Anspruch, gegenüber der, welche bei sommerlicher Wärme gebraucht wurde. Gleichwohl möchte ich diese Erklärung nur mit allem Vorbehalt wiedergeben. [88]

Digitized by Google

Sylvestre Biologie.

Vorläufige Notiz von Dr. phil. Othm. Em. Imhof.

Wie das Wasser, Meere, Seen, Sümpfe und Flüsse besonders die Tiefsee und pelagische Region von Gesellschaften kleiner Tiere belebt ist, so beherbergen die Wälder große Gesellschaften von Würmern, Arthropoden und Mollusken. Gerade wie das durch die sich immer noch in erfreulicher Weise stets mehrenden Forschungen nach und nach entschleierte reich zusammengesetzte, an Individuen kaum geahnt reiche Lebensgebiet der mannigfaltigsten Wasseransammlungen, besonders der großen offenen Wassermassen auch der kleinen und großen Seen von ihrer Oberfläche bis in ansehnliche Tiefen, so ist in ähnlicher Weise das ungeheure Gebiet der Wälder durch noch wenig bekannte große, ebenfalls an Individuen kaum zählbare, nur zu schätzende Gesellschaften kleiner Tiere bevölkert.

In diesem sylvestren Gebiet des Naturhaushaltes nehmen Anteil:

Würmer: Turbellarien, einfache Rundwürmer und Anneliden. Arthropoden: Crustaceen, Isopoden; Arachnoiden so Acarinen, Ixodiden, Gamasiden, Trombidiiden, Oribatiden, Bdelliden, Tardigraden; echte Spinnen; Phalangiden und Pseudoscorpioniden; des weitern Myriapoden Chilognathen und Chilopoden; die ansehnliche Zahl Hexapoden: Thysanuren, Collembolen; *Orthoptera* besonders Forficuliden und Grylliden; Pseudo-*Neuroptera*; *Neuroptera: Planipennia* und *Trichoptera*; *Hemiptera* besonders Phytophthiren und Cicadiden; *Diptera* besonders Tipuliden; *Lepidoptera* besonders *Mikrolepidoptera* und Geometriden, Noctuinen, Bombyciden, Sphingiden; *Coleoptera*: Coccinelliden, Endomychiden, Cerambyciden, Bostrychiden, Curculioniden, Bruchiden, Oedemeriden, Meloiden, Xylophagen, Cleriden, *Malacodermata*, Elateriden, Buprestiden, *Lamellicornia*, *Byrrhidae, Cryptophagidae, Histeridae, Silphidae, Pselaphidae, Staphylinidae* und *Carabidae*; *Hymenoptera*: *Tenthredinidae, Cynipidae, Braconidae, Ichneumonidae, Formicidae, Chrysididae, Heterogyna, Fossoria, Vespidae* und *Apidae*. Schließlich an Wirbellosen die Vertreter des Molluskenkreises: *Gasteropoda, Limacidae* und *Helicidae*.

Aus dieser ungeheuren Tierwelt hebe ich gegenwärtig folgende Gruppen hervor, denen ich seit einer Reihe von Jahren meine besonderen Studien widme:

Vermes: Turbellaria und *Anguillulidae*.

Arthropoda: Isopoda; Trombidiidae, Oribatidae, Bdellidae, Phalangidae und *Pseudoscorpionidae; Thysanura* und *Collembola; Phytophthires* und *Cicadidae*.

Am meisten in Arten- und Individuenreichtum und größter Verbreitung treten die Trombidiiden, Bdelliden, Oribatiden und *Collembola*, die zum größten Teil sehr kleine unscheinbare Größen aufweisen, hervor.

In gleicher Weise wie die Fauna der Seen im Innern der Kontinente namentlich seit Errichtung der biologischen Stationen, besonders die pelagische Tierwelt qualitativ und quantitativ in Rücksicht auf jahreszeitliches Vorkommen, auf horizontale und vertikale Verbreitung sehr interessante Ergebnisse aufweist, wird auch dieses Gebiet der Wälderfauna und ihrer Lebensverhältnisse neue Resultata zu Tage fördern und wohl auch sylvestre transportable und fixe Stationen ins Leben rufen. [63]

Digitized by Google

J. Rosenthal, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven.

Internationale wissenschaftliche Bibliothek, XXVII. Bd. Zweite umgearbeitete Auflage. Leipzig 1899.

Wie Verf. im Vorwort sagt, konnte das vorliegende Buch bei der neuen Auflage im wesentlichen unverändert bleiben, da es nur die Grundlage der Lehre von den Muskeln und Nerven enthalten soll, die durch neuere Forschungen zwar erweitert, aber nicht umgewandelt wird. Trotzdem sind sehr viele Stellen umgearbeitet worden, wobei vielfach durch kürzere Fassung für sachliche Vermehrung des Stoffes Raum geschafft ist. So ist im ersten Kapitel die amöboïde Bewegung etwas knapper beschrieben, bei den histologischen Angaben im zweiten der Begriff der Muskelelemente unter der Bezeichnung „Myomeren" schärfer gefasst. Mit einer neuen Abbildung ist die graphische Aufnahme der Dehnungskurve nach Blix eingefügt. Im dritten Kapitel ist das schwer zu behandelnde Gebiet der Unterscheidung zwischen physikalischer und physiologischer Arbeit in fast unveränderter Form durch die Begriffe äußerer und innerer Arbeit dargestellt[1]). Im dritten Kapitel ist ferner eine ganz kurze Andeutung über die histologischen Veränderungen bei der Kontraktion im vierten die Lehre von der Isotonie und Isometrie zugesetzt. In den nächsten Abschnitten über Muskelchemie und Muskelbewegung betreffen die Veränderungen mehr die Darstellung als den Inhalt. Ebensowenig war bei der Physiologie der Nervenfaser zu ändern, nur, dass die anatomische Betrachtung von der Neuronlehre ausgeht. Größere Zusätze sind auf dem Gebiete der Methodik gemacht, da das Differentialrheotom und das Kapillarelektrometer besprochen werden[2]). Am stärksten geändert ist das, was über elektrische Erscheinungen an Pflanzen gesagt war. Dies Kapitel ist in die Erörterung der Alterationshypothese aufgenommen, und im Gegensatz zur ersten Auflage wird die Bedeutung der elektrischen Phänomene anerkannt. Die Abwägung der Alterations- und Molekular-Hypothesen gegeneinander ist neu bearbeitet. Als Einwand gegen die Alterations-Hypothese erscheint vornehmlich der Hinweis auf die außerordentliche Geschwindigkeit, mit der die erforderlichen chemischen Umwandlungen vor sich gehen müssten. Dagegen ist auch die Molekularhypothese, insbesondere in Beziehung auf die negative Schwankung, mit allem Vorbehalt als ein bloßer Erklärungsversuch hingestellt. In den letzten Kapiteln, welche die Thätigkeit des Nervensystems behandeln, ist selbstverständlich die Neuronlehre berücksichtigt worden. Der Leser wird finden, dass die neue Auflage, wie die alte, durchaus dem angegebenen Ziele entspricht „den angehenden Fachmann in diesen schwierigen Abschnitt der Physiologie einzuführen, aber zugleich allen denjenigen zu dienen, welche als Vertreter anderer Wissensgebiete sich über den Gegenstand wegen seines allgemeinen Interesses belehren wollen". Manche Punkte, wie beispielsweise die Bedeutung der Faserrichtung für die Leistung des Muskels, die Muskelelastizität und viele andere, werden hier in ihren Grundzügen klarer und anschaulicher dargestellt, als in irgend einem andern dem Ref. bekannten Werke. **R. du Bois-Reymond** (Berlin). [95]

1) Der Fall, dass der Muskel ein gehobenes Gewicht sinken lässt, bleibt ganz außer Betrachtung. Hier würde vielleicht auch für den weniger geschulten Leser größere Klarheit durch Einführung des von Speck und von Zuntz gegebenen Bezeichnungen „statische Arbeit" und „Hemmungsarbeit" erreicht worden sein, neben denen natürlich die Einteilung in innere und äußere Arbeit bestehen bliebe.

2) Statt des Multiplikators und der „Zuleitungsgefäße" hätte vielleicht, nach dem heutigen Bestande der Laboratorien zu urteilen, eines der neueren Galvanometer eine Stelle finden können.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **15. November 1899.** **Nr. 22.**

Inhalt: **Schlater**, Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre (3. Stück). — **Wolff**, Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt. — **Keibel**, Bemerkungen zu Mehnert's Aufsatz: K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben. — **Ammon**, Zur Anthropologie der Badener. — **Imhof**, Aëriale Biologie. — **Bechterew**, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark.

Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre.

Kritische Studie.

Von Dr. **Gustav Schlater.**

(Drittes Stück.)

VI.

In diesem Abschnitte gedenke ich einige mehr oder weniger überzeugende Momente aus der Biologie zu berühren, welche als indirekte Beweise zu Gunsten des in den vorigen Abschnitten entwickelten Standpunktes dienen können, nämlich zu Gunsten der zusammengesetzten Natur der Zelle. Eine nicht unerhebliche Anzahl solcher Momente liefern uns die neuesten Fortschritte der Physiologie. Ich werde an dieser Stelle nur eine Seite derselben anführen. Wer z. B. die Fortschritte der Physiologie der Verdauung verfolgt; wer mit den grundlegenden Forschungen unseres hervorragenden Physiologen, J. P. Pawloff und seiner Schule in dieser Richtung vertraut ist; wer sich der ganzen Tragweite derselben bewusst ist, — für den tritt die ganze komplizierte und in physiologischer Hinsicht zusammengesetzte Natur der Zelle mit besonderer Schärfe hervor. Wir wissen jetzt z. B., dass die Zellen der Magendrüsen oder des Pankreas nicht gleichartig auf die verschiedensten Irritationsmomente reagieren, wie man es sich noch ganz vor kurzem vorstellte und wie uns noch die meisten neuesten Handbücher lehren, sondern ganz spezifische Mechanismen darstellen, welche nur unter ganz bestimmten Bedingungen thätig sind, wobei sie in jedem einzelnen Falle in einer streng bestimmten Richtung arbeiten, was die Qualität und Quantität ihrer Sekrete, sowie die Kraft und Energie ihrer Arbeit anbelangt. Es erweist sich, dass einem

Digitized by Google

jeden Nahrungsstoffe sein besonderer Magen- oder Pankreassaft entspricht. Indem jeder Nahrungsstoff auf die Drüsenzelle mittels besonderer, auf seine Wirkung berechneter Nervenapparate, einwirkt, regt er in diesem komplizierten mikroskopisch-chemischen Laboratorium eine bestimmte chemische Arbeit an, an welcher höchstwahrscheinlich besondere Bestandteile, besondere Organe der Zelle beteiligt sind, und welche sich in bestimmten, zum Teil sogar dem bewaffneten Auge zugänglichen, morphologischen Veränderungen in der Zelle äußern, worüber uns schon mehrere Arbeiten Aufschluss geben. Diese Vorstellungen von der Physiologie der Drüsenzelle zwingen uns schon a priori, sogar wenn wir mit dem schon früher Auseinandergesetzten nicht vertraut wären, uns vorzustellen, dass die Zelle ihre besonderen, spezifischen Organe besitzen muss, dass sie folglich einen zusammengesetzten Organismus vorstellt. Stellen wir uns eine Zelle vor. Diese Zelle ist auf diese oder jene Art mit einer Reihe von Nervenapparaten verbunden, welche von einander isoliert sind. Jeder dieser Nervenapparate reagiert nur auf einen ganz bestimmten Komplex und auf eine ganz bestimmte Kombination von äußeren Einwirkungen und Irritationsmomenten; und ein jeder von ihnen regt in der Zelle eine ganz bestimmte Funktion an, welche sich als eine Summe ganz bestimmter physikalisch-chemischer und molekulärer Prozesse und ganz bestimmter morphologischer Veränderungen kennzeichnet. Suchen wir nun der ganzen Tiefe und Tragweite dieser Thatsachen der Physiologie gerecht zu werden. Wenn für verschiedene Funktionen der Zelle auch verschiedene Nervenapparate existieren; wenn diese Funktionen durch ihre bestimmten physikalisch-chemischen, molekulären und morphologischen Besonderheiten charakterisiert sind; wenn diese Funktionen an bestimmte Strukturteile der Zelle gebunden sind, und wenn endlich die Thätigkeit dieser Strukturelemente oft gekennzeichnet wird durch solche morphologische Veränderungen, welche sogar unseren gegenwärtigen, noch lange nicht vollkommenen Untersuchungsmethoden zugänglich sind, — so muss, glaube ich, jeder unvoreingenommene Verstand zur Ueberzeugung gelangen, dass die Zelle aus einzelnen Organen zusammengesetzt sein muss, jedes derselben mit einer bestimmten morphologischen und physiologischen Charakteristik. Wenn wir nun aber diese vollkommen gesetzmäßige und zeitgemäße Annahme anerkennen, so müssen wir mit demselben Rechte zugeben, dass die Organe der Zelle aus einer Summe elementarer Struktureinheiten organisierter lebendiger Substanz zusammengesetzt sein müssen. Was sind das aber für Einheiten? Unwillkürlich taucht in unserem Gedächtnis alles das auf, was wir schon über den Bau der Zelle und über die ihrem Charakter nach verschiedenen Körnerarten gesprochen haben, welche die beständigen, nie fehlenden Strukturelemente jeder Zelle darstellen. Und unwillkürlich drängt sich uns der Gedanke auf, dass gerade diese

Digitized by Google

Körner, diese Granula und Mikrosomen jene einfachsten, elementaren morphologischen Einheiten repräsentieren, jene, sagen wir, lebendigen Moleküle, aus deren verschiedenen gegenseitigen Kombinationen und innigster Symbiose die einzelnen Organe, und die ganze Zelle als solche, gebildet werden. An dieser Stelle muss ich die Worte unseres bekannten Physiologen anführen: „Heidenhain, sagt Prof. J. P. Pawloff, ist also ein Zellen-Physiologe, ein Repräsentant jener Physiologie, welche unserer heutigen Organ-Physiologie folgen wird und welche man als Vorbote der letzten Stufe in der Wissenschaft vom Leben — der Physiologie der lebendigen Molekel, betrachten kann". In diesen wenigen Worten ist vollkommen bewusst und richtig die gegenwärtige Richtung der Biologie gekennzeichnet; in ihnen erkennen wir einen großen vorurteilsfreien Geist, welcher ihre tiefe Bedeutung erkannt hat, und welcher weiter als die meisten seiner Zeitgenossen sieht. Und wirklich: Wenn wir von einer Physiologie der lebendigen Molekel träumen und folglich auch von einer Pathologie der lebendigen Molekel, so ist es vollkommen begreiflich und logisch, auch ohne jegliche Beweisführung, dass diese lebendige Molekel eine ebenso selbständige, organisierte, morphologische Einheit vorstellen muss, wie die Zelle, aber eine Einheit von denkbar einfachster Natur, eine Einheit, welche zum Ausgangspunkt für die Erforschung des Lebens in allen seinen einfachsten und kardinalen Aeußerungen dienen muss.

Eine nicht unerhebliche Beweiskraft zu Gunsten der zusammengesetzten Natur der Zelle haben etliche, obschon heute noch nicht sehr zahlreiche Thatsachen aus dem Gebiete der Pathologie der Zelle. Es sei nur darauf hingewiesen, dass die heutige Physiologie erst anfängt, sich in eine Physiologie der Zelle umzuwandeln; was Wunder, dass auch die Pathologie der Zelle sich erst in den allerersten Stadien ihrer Entwicklung befindet. Dessen ungeachtet erweist es sich, wenn wir nur mit einem vorurteilsfreien Blick des kritischen Geistes das ganze, in der Litteratur sporadisch zerstreute Thatsachenmaterial überblicken, dass die Pathologie der Zelle schon mehrere gewichtige Beweise in dem angedeuteten Sinne besitzt. Die nähere Kenntnisnahme nämlich der morphologischen Veränderungen, welche sich in der Zelle in den verschiedensten pathologischen Zuständen derselben abspielen, erwecken in uns ein Misstrauen gegen die Unantastbarkeit des heutigen Dogmas der Biologie von der morphologischen Unteilbarkeit der Zelle. Wenn die Zelle in Wirklichkeit sich an der Grenze der morphologischen und physiologischen Teilbarkeit befände, so müssten die in der Zelle sich abspielenden pathologischen Prozesse jedes Mal entweder die ganze Zelle gleichmäßig ergreifen, oder es müsste die Zelle, wenn nur der oder jener Teil derselben für sich allein erkrankt, sofort aufhören, eine Zelle zu sein; sie müsste aller ihrer Lebenseigenschaften verlustig gehen und aus einem in biologischer Hinsicht lebendigen

Digitized by Google

Elemente in eine tote Substanz übergehen: sie müsste, mit anderen Worten, jeder Regenerationsfähigkeit verlustig sein. In Wirklichkeit aber sehen wir gerade das Entgegengesetzte. Einerseits überzeugen wir uns davon, dass in den seltensten Fällen die ganze Zelle mit einem Male in allen ihren Teilen erkrankt, sondern dass in den meisten Fällen diese oder jene Veränderungen in verschiedenen Abschnitten der Zelle lokalisiert sind, öfters nur diesen oder jenen Bestandteil derselben ergreifend. Bald finden wir Veränderungen nur im Zellkörper, und auch in diesem Falle nicht immer im ganzen Zellkörper; bald ist nur der Zellkern vom pathologischen Prozesse ergriffen, oder endlich zeigt nur das Kernkörperchen nachweisbare Veränderungen. Andererseits wissen wir, dass in allen diesen Fällen eine Wiederherstellung der Zelle ad integrum möglich ist; wir wissen, dass nach einer mehr oder weniger andauernden Erkrankung die Zelle, gleich einem vielzelligen Organismus, wie ihre normale morphologische Struktur, so auch ihre ursprünglichen Funktionen wieder herstellen kann. Ich weise nur auf einige wenige, hierhergehörige Litteraturangaben hin. Ich sprach schon von den sogen. fuchsinophylen Körnern, oder Cytoblasten R. Altmanns. Diese Körnelung hat, wie es scheint, eine bestimmte eigene funktionelle Bedeutung. Nun wissen wir, dass auch in gewissen pathologischen Prozessen die betreffenden Veränderungen hauptsächlich in diesen niedrigsten Formelementen konzentriert bleiben, wobei diese Veränderungen einerseits qualitative sein können, wie z. B. bei der Fett-Degeneration der Zelle, anderseits quantitative, wie z. B. während des langsamen Absterbens der Zelle, in welchem Falle die Zahl der fuchsinophylen Granula erheblich abnimmt. Einen interessanten Fall einer Erkrankung dieser Elemente finden wir in der Litteratur, welche der Frage von den Parasiten der Krebs-Neoplasmen gewidmet ist. Es erwies sich, dass diejenigen Gebilde, welche z. B. von Russel und einigen anderen für Parasiten aus der Gruppe der Blastomyceten angesehen wurden, nichts anderes sind, als die fuchsinophylen Granula im Zustande der Hypertrophie, wie es Klien und Schwarz gezeigt haben. Andere pathologische Prozesse wieder sind an andere Bestandteile oder Organe des Zellleibes gebunden. So haben wir es z. B. im Prozess der trüben Schwellung wahrscheinlich mit der Erkrankung einer anderen, auch konstante Strukturelemente einer jeden Zellenart darstellenden Körnerart zu thun, nämlich mit den sogen. achromatischen oder oxychromatischen Mikrosomen des Zellleibes. In allen diesen Fällen nimmt der Zellkern entweder garkeinen oder einen sehr geringen Anteil am pathologischen Prozesse. Weiterhin besitzen wir nicht uninteressante Angaben, welche die Möglichkeit der Erkrankung des Zellkernes allein beweisen. So zeigte z. B. Baldassari (aus dem Laboratorium von Prof. A. Trambusti), dass nach einer toxischen Vergiftung der Tiere mit starken Dosen des Klebs-Löff-

Digitized by Google

ler'schen Toxins, die ersten Veränderungen in den Kernen eintreten und in denselben lokalisiert bleiben. Sodann sprechen die Erscheinungen der Chromatolyse, Karyorhexis u. s. w., welche den Zellleib oft fast unberührt lassen, zu Gunsten einer gewissen Autonomie und physiologischen Selbständigkeit des Zellkerns. Weiterhin zeigt uns das Studium des Hungerprozesses der Zelle eine ungleichmäßige Anteilnahme am pathologischen Prozesse der Hauptteile der Zelle: des Zellleibes, des Kernes und des Kernkörperchens. Sodann besitzen wir einige Angaben, nach welchen der Zellleib erkranken und einer Reihe regressiver und progressiver Veränderungen unterliegen kann, bei anscheinend völligem Intaktbleiben des Kernes. In dieser Hinsicht bietet die Arbeit von Ferrari ein gewisses Interesse, welcher die Veränderungen in den Nervenzellen bei der progressiven Paralyse untersuchte. Endlich ist eine erhebliche Selbständigkeit und, im Verhältnis zum Kern und Zellkörper, größere Standhaftigkeit des Kernkörperchens verschiedenen schädlichen Einflüssen gegenüber durch mehrere Arbeiten festgestellt. Dieses sind in den Hauptzügen die verhältnismäßig wenigen Thatsachen aus der Pathologie der Zelle, welche für ihre zusammengesetzte Natur eintreten. Allein, wir müssen berücksichtigen, dass die Zelle von den verschiedensten Gesichtspunkten aus studiert wird. Histologen, Physiologen, Zoologen, Botaniker, Chemiker und Pathologen, alle suchen in das Geheimnis der Struktur und des Lebens der Zelle einen Einblick zu gewinnen. Und welche Wege die Wissenschaft auch einschlagen möge, überall häuft sich eine Reihe von Thatsachen, eine Reihe von kontrollierten und glaubwürdigen Beobachtungen, welche alle für die zusammengesetzte Natur der Zelle sprechen. So sagt z. B. einer der hervorragendsten Bio-Chemiker, Armand Gautier, in seinem Büchlein: „La chimie de la cellule vivante" folgendes: „Die Körnchen des Protoplasmas, die Leicythen oder Plastidulen, stellen zweifellos spezifische Bildungen dar, welche mit einer eigenen Organisation begabt sind".

Es ist unmöglich an dieser Stelle eine, wenn auch nur flüchtige Skizze aller der Thatsachen der Biologie zu entwerfen, welche, vorläufig noch unbewusst, zu ein und demselben Ziele führen, d. h. zu der Anerkennung der Zelle als eines zusammengesetzten Organismus. Wie es uns schon bekannt ist, zergliedern die Biologen die Zelle schon verhältnismäßig lange in elementarste biologische Einheiten, welche die denkbar einfachsten Träger der Lebenserscheinungen sind. Allein, alle diese Einheiten sind rein hypothetische, sogar dem bewaffneten Auge unzugängliche, und mit verschiedensten Namen benannte, welche sich als wahre elementarste Struktureinheiten der lebendigen Substanz, aus deren Summe ein höherstehender Organismus, die Zelle, zusammengesetzt ist, nur in dem Falle zeigen, wenn der logische Gedankengang der Biologen auf den Weg des wissenschaftlichen Denkens und theore-

Digitized by Google

tischer Kalkulationen lenkt. Jedoch, man braucht nur darauf aufmerksam zu machen, dass damit der alte Glaube an die Unteilbarkeit der Zelle als elementare Einheit der organisierten lebendigen Substanz erschüttert, und dass dadurch die zusammengesetzte Natur der Zelle erwiesen ist, — und derselbe Biologe, welcher hypothetische biologische Einheiten anerkennt, tritt sogleich von dieser logischen Konsequenz zurück mit der alten kategorischen Behauptung, die Zelle sei unteilbar. Das ist die Macht der voreingenommenen Meinung. Es sind heutzutage noch sehr wenige, nur vereinzelte Forscher, welche den Mut haben, in dieser Richtung konsequent zu sein, und der Zelle eine höhere Stellung in der phylogenetischen Reihe der Organismen einräumen, als bisher. Außer den schon angeführten Namen verweise ich hier nur noch auf den bekannten Zoologen Ernst Häckel, welcher die Existenz von Organismen anerkennt, die in ihrem Bau und phylogenetischer Entwicklung niedriger stehen als die Zelle (Ernst Häckel, Systematische Phylogenie, Protisten, 1894). Sodann führe ich noch die Worte unseres Psychiater-Biologen, Prof. W. von Bechtereff an, welcher schon vor 11 Jahren sagte: „Im Gegenteil, viele Thatsachen zwingen uns zur Annahme, dass die Zelle und der einzellige Organismus ihrerseits einen zusammengesetzten Organismus darstellen, dessen Elemente die sogen. Zellkörner (Granula) sind". (W. Bechtereff in: Grundzüge der mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Tiere, unter der Redaktion von M. Lawdowsky und Ph. Owsjannikoff, Bd. II, St. Petersburg, 1888; Russisch.)

Um die Verwirrung in den Vorstellungen und die wiedersprechenden Anschauungen der zeitgenössischen Biologen zu kennzeichnen, führe ich nur einige Beispiele an. Oskar Hertwig z. B. sagt von seinen Idioblasten folgendes: „Die hypothetischen Idioblasten sind kleinste Substanzteilchen, in welche die Vererbungssubstanz (Idioplasma) zerlegt werden kann, und welche in derselben in großer Zahl vorhanden sind und verschiedene Eigenschaften besitzen".... „Erstens, sagt er weiter, muss als logische Notwendigkeit zugegeben werden, dass die hypothetischen Idioblasten, gleich den höheren Elementareinheiten, den Zellen, die Fähigkeit sich durch Teilung zu vermehren besitzen müssen". Noch weiter sagt er: „Unsere Idioblasten (die Gemmulen Darwin's, die Pangenen von de Vries, die physiologischen Einheiten von Spencer) müssen also zusammengesetzte Einheiten sein, wenigstens Gruppen von Molekeln darstellen". Diese Worte sind, wie Jeder begreift, eine offene Anerkennung der zusammengesetzten Natur der Zelle, und charakterisieren vollkommen deutlich den Inhalt der neuen Richtung. Wie ist es aber dem gegenüber zu verstehen, wenn derselbe Gelehrte gleich allen übrigen, die Zelle als zusammengesetzten Organismus nicht anerkennen will und noch an der Anschauung fest hält, die Zelle sei die einfachste, elementare unteilbare Einheit der Lebe-

Digitized by Google

wesen? (O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe etc., 1892). Ich muss aber bemerken, dass nach einigen Stellen seiner letzten Werke zu urteilen, O. Hertwig, wenigstens seiner innersten Ueberzeugung nach, zu Gunsten unserer Anschauung neigt, ohne es jedoch dabei in präciser und einwandsfreier Weise zu formulieren.

Ein charakteristisches Beispiel liefert der Physiologe M. Verworn. Auf Seite 471 seiner „Allgemeinen Physiologie, 1895" sagt er: „Die Biogene sind also die eigentlichen Träger des Lebens. In dem fortwährenden Zerfall und Wiederaufbau derselben besteht der Vorgang des Lebens, dessen Ausdruck die mannigfachen Lebenserscheinungen sind". Diese Worte überlassen den Biogenen eine gewisse physiologische Selbständigkeit und die Bedeutung elementarster physiologischer Einheiten. Da aber aus einer Kombination dieser Einheiten die Zelle besteht, so ist also auch die zusammengesetzte Natur der Zelle anerkannt. Stellen wir nun dem gegenüber seine Worte auf Seite 519: „Die sich entwickelnde Zelle, sagt er, repräsentiert, wie jede Zelle, einen Tropfen lebendiger Substanz, der durch einen ganz bestimmten Stoffwechsel charakterisiert ist". Dieser Ausspruch steht im vollkommensten Widerspruch mit dem vorigen. Wenn wir ihn für sich allein nehmen, so entspricht er vollkommen dem Standpunkt, auf dem die Zellenlehre ungefähr vor 40 Jahren stand.

Ein noch krasseres Beispiel liefert A. Graf. In seiner Mitteilung, welche vor ungefähr 2 Jahren erschien, sagt er, die Zelle sei eine physiologische Einheit, welche aus einer großen Anzahl kleinster Strukturelemente zusammengesetzt ist, welche die Gestalt von Körnern, Mikrosomen haben. Diese Körner, oder Biosomen, in großer Anzahl vereinigt, bilden jene organische Assoziation, die wir Zelle nennen. Wir sehen, dass diese Vorstellung vollkommen der neuen Anschauung vom Wesen der Zelle entspricht, denn Graf sieht in der Zelle einen zusammengesetzten Organismus, und in den Zellkörnelungen die elementarsten, morphologischen Einheiten. Allein, nur ein paar Zeilen weiter, frappiert uns A. Graf förmlich durch folgenden Passus: „The association of biosomes called a cell is the ultimate organic unit, as the molecule is the ultimate chemical unit of a specific substance. The cells are the molecules of the organic body". Wie ist dieser Passus mit der eben angeführten Anschauung zu vereinbaren? Eine Erklärung finde ich einzig in einer völligen Knechtung des wissenschaftlichen Gedankens durch eine voreingenommene Idee. (A. Graf, The Individuality of the cell. Reprint from the State Hospitals Bulletin, April 1897, N. V, vol. 2, p. 169—188).

Auf was für Sophismen sich die Gelehrten einlassen, einzig nur um nicht in der Zelle einen zusammengesetzten Organismus anzuerkennen, beweist folgendes Beispiel. Zu Ende des Jahres 1897 beschrieb der Zoologe J. Frenzel einen interessanten Organismus, welchen er im

Digitized by Google

Schlamm stehender Gewässer gefunden hatte, und welcher seinem Baue nach durchaus nicht einer Zelle ähnlich war, sondern viel einfacher war. Diesen Organismus nannte er *Modderula*. Allein, ungeachtet des ungemein einfachen Baues dieses Organismus, sagt Frenzel, ohne sich zu bedenken: „Da alle Organismen, die wir kennen, aus Zellen bestehen, oder den Wert einer Zelle haben, so müssen wir *Modderula* als einen einzelligen Organismus bezeichnen, obgleich, wie auseinandergesetzt, ihr Zellinhalt ein durchaus abweichender ist". (J. Frenzel, Biolog. Centralbl., Bd. XVII, Nr. 22, 1897). Und solche Willkür der Denkweise wird öfters geübt. Viel einfacher und logischer wäre es in diesem Falle offen zuzugeben, dass ein Organismus gefunden ist, dessen Bau viel einfacher als der einer Zelle ist, und dass dieses Wesen infolge dessen keine Zelle ist, sondern ein Organismus niederer Ordnung.

Eine nicht unerhebliche Beweiskraft zu Gunsten der zusammengesetzten Natur der Zelle haben auch phylogenetische Erwägungen. Alle wissen es natürlich, was man unter Phylogenese versteht. Es ist allbekannt, dass vom genialen De Lamarck an die damals herrschende Weltanschauung stark erschüttert worden ist, und mit der Zeit sogar ganz fallen gelassen wurde, die Weltanschauung, nach welcher alle den Erdball bewohnenden pflanzlichen und tierischen Arten, sogar die allerkompliziertesten, direkt als solche erschaffen worden waren. De Lamarck, einer der scharfsinnigsten Naturforscher sprach als erster in seinem klassischen Werke: „La philosophie Zoologique", welches im Jahre 1809 erschien, die Ansicht aus, dass die gegenwärtigen Organismen nicht als solche geschaffen worden sind, sondern dass dieselben sich allmählich vervollkommnet und aus einfacheren, niedriger stehenden Formen entwickelt hätten. Er erkannte folglich die Veränderlichkeit der Arten an im Gegensatz zur damals herrschenden Lehre von der Unveränderlichkeit oder Konstanz derselben. Im Laufe der Entwicklung der Lehre von der Phylogenese, d. h. von der aufeinanderfolgenden Entwicklung höher stehender Formen aus niedriger stehenden, kam allmählich die bemerkenswerte Thatsache immer mehr zur Geltung, dass alle die Erde belebenden Organismen in eine Reihe geordnet werden können, welche die progressive Komplikation ihrer Organisation zeigt; dass jeder höher stehende Organismus auf dem Wege seiner phylogenetischen Entwicklung, sozusagen, durch die ganze Reihe niedriger stehender Formen gegangen ist, wobei als Ausgangspunkt irgend ein einzelliger Organismus zu denken war, und dass diese niedriger stehenden Formen ihre Spuren hinterlassen haben auf dem kurzen und schnellen Wege der ontogenetischen Entwicklung, welchen jeder Organismus zurücklegt, indem er sich aus einer Zelle, aus der Eizelle entwickelt. Diese Spuren sind dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Phasen der embryonalen Entwicklung sehr oft einer Reihe von aufeinander folgenden, niedriger stehenden

Digitized by Google

Formen entsprechen, welche selbständig lebende Arten darstellen. Mit anderen Worten, um die Entwicklungsgeschichte reden zu lassen, die ontogenetische Entwicklung, oder die Entwicklung eines jeden Individuums aus der Eizelle, ist eine Wiederholung, und zwar in einem verhältnismäßig sehr kurzen Zeitraume, der phylogenetischen Entwicklung, oder der einen unendlich großen Zeitraum ausfüllenden Entwicklung einer jeden Art aus ihrer hypothetischen Urform, einem einzelligen Organismus. Die Vorstellungen von der Veränderlichkeit der Arten wurden nach De Lamarck fester begründet durch Charles Darwin, und die Lehre von dem Parallelismus der Phylogenese und Ontogenese hatte zu ihrem Begründer Ernst Häckel. Und diese Lehre war der Grundstein der weiteren Entwicklung der Biologie, welche die Zelle als Endpunkt, als Ausgangspunkt der Phylogenese betrachtete, wobei es außerhalb der Zellgrenzen keine Phylogenese gab. Allein gegenwärtig, wo wir wissen, was für eine großartige Mannigfaltigkeit der Kompliziertheit ihrer Struktutverhältnisse alle die unzähligen Organismen darbieten, welche alle ohne jegliche Kritik, als einzellige Organismen gelten, muss die Vorstellung für stark erschüttert gelten, nach welcher die ersten auf dem Erdballe entstandenen Organismen Zellen waren. Und man muss gestehen, zur Scham der übrigen Zweige der Biologie, dass die Biochemie uns überflügelt hat, was das richtige und logische Verständnis der Erscheinungen anbelangt. Die Chemie deutet schon lange darauf hin, dass das sogen. Protoplasma kein chemischer Körper sei, sondern ein ganzes kompliziertes System, eine Symbiose, wenn man so sagen darf, verschiedener selbständiger, ihrerseits sehr komplizierter, chemischer Körper von Eiweißnatur darstellt. Folglich muss das sogen. Protoplasma seine phylogenetische Entwicklung haben, d. h. es musste sich aus einer, seiner chemischen Natur nach viel einfacheren, lebendigen Substanz entwickelt haben, da ja das Protoplasma, wie gesagt, aus einer ganzen Masse verschiedener, viel einfacherer lebendiger chemischer Einheiten, aus verschiedenen Eiweißmolekeln, zusammengesetzt ist. Man geht noch weiter. Indem auf den komplizierten, chemischen Bau der lebendigen Eiweißmolekel hingewiesen wird, wird behauptet, dass auch die Eiweißmolekel ihre Phylogenese hat. Ich weise nur auf Prof. A. Danilewsky und den Amerikaner Chittenden hin (A. Danilewsky, Die Grundsubstanz des Protoplasmas und ihre Veränderungen durchs Leben, St. Petersburg, 1894; Russisch. — B. Chittenden, Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle. Biolog. Centralblatt, 1894, Nr. 9, 10). Wenn wir nun jetzt in Betracht ziehen, dass die lebendige Eiweißmolekel sich allmählich entwickelt hat, dass sich aus dieser Eiweißmolekel auf dem Wege der Phylogenese, auf dem Wege einer allmählichen chemischen Komplikation, jene komplizierteste lebendige Substanz entwickelt hat, welche wir bis jetzt noch „Protoplasma“

Digitized by Google

nennen; wenn wir uns weiterhin vergegenwärtigen, dass sich aus diesem Protoplasma, oder richtiger gesagt, aus einer ganzen Reihe von einander verschiedener Protoplasmen der Zellleib aufbaut; dass sich im Volumen der Zelle außer dem Protoplasma noch andere, nicht minder komplizierte, aber ihrer chemischen Natur nach etwas differente Substanzen finden, welche im sogen. Kern, im Kernkörperchen und anderen Gebilden enthalten sind; wenn wir endlich bedenken, dass dieses ganze komplizierte System lebendiger Substanzen eine organisierte morphologische Einheit darstellt, ein physiologisches Ganzes, welches einerseits ein selbständiges Leben in Form einzelliger Organismen, anderseits ein untergeordnetes abhängiges Leben führt, den Körper der *Metazoa* zusammensetzend; wenn wir alles dieses erwägen, — so erscheint sogar jeder Gedanke an die Zelle als den Urquell des organisierten Lebens zwecklos und unwissenschaftlich. Wenn wir eine phylogenetische Entwicklung der einzelnen Zellbestandteile anerkennen, so kann die Behauptung keine raison d'être haben, nach welcher die Zelle keine Phylogenese besitzen soll, und als elementarste, einfachste morphologische Einheit der organisierten lebendigen Substanz aufzufassen sei. Wie wenig der Wirklichkeit entsprechend und wie unlogisch diese Behauptung ist, ist augenscheinlich. Folglich zwingt uns die strenge Logik das Bekenntnis ab, dass die Zelle aus noch viel einfacheren morphologischen Einheiten zusammengesetzt sein muss, aus deren allmählicher Evolution sie sich entwickelt hat. Nehmen wir an, dass diese einfachsten morphologischen Einheiten uns noch unbekannt sind und dass unsere gegenwärtigen Methoden der Mikroskopie dieselben noch nicht entdeckt hätten, so entsteht dennoch naturgemäß die Vermutung, dass diese einfachsten Einheiten in der Natur als selbständige freilebende Organismen vorhanden sein müssen. Der vielzellige Organismus ist ein zusammengesetzter Organismus: er besteht aus Zellen, und es existieren auch freilebende Zellen (die *Protozoa*). Die Zelle ihrerseits ist auch ein zusammengesetzter Organismus, welcher aus noch viel einfacheren Einheiten besteht. Es müssen also auch selbstverständlich in der Natur freilebende elementarste Einheiten existieren. Sie sind auch in Wirklichkeit anzutreffen; es existieren auch verschiedene Uebergangsformen zwischen diesen elementarsten Organismen und der Zelle. Allein die gegenwärtig herrschende Richtung des wissenschaftlichen Geistes erkennt nicht ihre reale Existenz an, und ist bemüht durch verschiedene Kunstgriffe die allereinfachsten Mikroben zu Zellen zu erheben. Die gegenwärtig herrschende Richtung kann deswegen ihre Existenz nicht anerkennen, weil damit der wichtigste Gegenbeweis gegen die zusammengesetzte Natur der Zelle fallen würde. Dass es aber ein sehr gewichtiger Gegenbeweis wäre, ist klar, da es schwer ist sich vorzustellen, es wären alle die Elementarorganismen, welche jemals existiert und ein freies Leben geführt haben,

Digitized by Google

gleich wie alle Uebergangsformen, ausgestorben, ohne auch nur einen Vertreter zurückgelassen zu haben. Und diese Annahme wird von einigen Biologen gemacht, welche dem logischen Gedankengange folgend, die zusammengesetzte Natur der Zelle anerkennen müssen, aber welche gleichzeitig gegen die Theorie der Bioblasten sprechen. In Wirklichkeit müssen wir jedoch zugestehen, dass die Zelle ein zusammengesetzter Organismus ist; dass sie aus viel einfacheren elementarsten Einheiten, den Cytoblasten (Bioblasten) besteht; dass die Bioblasten in der Natur als freilebende Organismen, als „Autoblasten" vorkommen, und dass es auch solche Organismen giebt, welche Aggregate von Bioblasten verschiedener Komplikation darstellend, Uebergangsformen zwischen den freilebenden Bioblasten und den Zellen bilden. Allein, es wird ja allgemein gelehrt, dass alle, sogar die einfachsten Lebewesen, wenigstens einer Zelle entsprechen, und dass es außerhalb der Zellgrenzen kein organisiertes Leben gebe. Hier treten wir in ein noch vollkommen dunkles Gebiet, in ein Gebiet der vollkommenen Herrschaft der voreingenommenen Idee. Und erst dann bekommen wir einen tieferen Einblick in dieses Gebiet, wenn wir aufhören, beweiskräftigen Facten gegenüber, zu Gunsten einer alten Ansicht die Augen zu schließen. Dass solche Lebewesen in der Natur existieren, unterliegt, meiner Meinung nach, keinem Zweifel. Freilebende Bioblasten, d. h. Autoblasten (um die Benennung R. Altmann's beizubehalten) haben wir vor uns in Gestalt der einfachsten Bakterienarten, in Gestalt der kleinsten Kokken und Stäbchenformen, und eine ganze Reihe von Uebergangsformen, welche eine mannigfache Komplikation ihrer Organisation zeigen, haben wir in der großen, chaostischen Gruppe, in welche unter dem Namen der Bakterien die verschiedensten Formen pflanzlicher Natur zusammengetragen werden, welche niedriger als die Zelle stehen. Es sei auch an einige Gruppen der *Protozoa* tierischer Natur gedacht, so z. B. an die Sporidien, Mikrosporidien, Mixosporidien u. dergl., von denen sehr viele ihrem Bau nach sehr wenig an eine typische Zelle erinnern, und welche sich aus Keimen entwickeln, welche in sehr vielen Fällen an einfache Bioblasten erinnern. Indem ich an dieser Stelle mich mit diesen wenigen Hinweisen begnüge, erinnere ich nur daran, dass in einer vorläufigen, allgemeinen Form, in einer Skizze, der hier angedeutete Grundgedanke über diese Frage von mir schon auf den Seiten dieses Blattes entwickelt worden ist (G. Schlater, Zur Biologie der Bakterien. Was sind die Bakterien? Biol. Centralblatt, Bd. XVII, Nr. 23, 1897), und dass ich mir eine weitere Entwicklung und Begründung dieser Frage noch vorbehalte. Ich halte es jedoch für angezeigt, zu bemerken, dass man sich dieser Anschauung gegenüber bis auf weiteres skeptisch zu verhalten habe, da bis jetzt noch in keinem der neuesten und größten Werke davon die Rede ist, oder aber, wenn diese Frage gestreift wird, so nur, um sie zu ver-

Digitized by Google

werfen. Allein die endgiltige Beantwortung dieser Frage ist von unabsehbarer Tragweite für die weitere Entwicklung der Biologie. Sie ist unter anderem engverknüpft mit der Frage von der Entstehung der Lebewesen auf Erden. Wie die Entwicklung so komplizierter und zusammengesetzter Organismen, wie die Zelle, direkt aus toter anorganischer Substanz zu erklären und zu verstehen sei, ist unserer wissenschaftlichen Analyse unzugänglich; wogegen die Existenz von Autoblasten und einer ganzen Reihe von Uebergangsformen es uns ungemein erleichtert, an die Frage heranzutreten, wie sich das organisierte Leben auf Erden entwickelte. Und obschon wir gegenwärtig natürlich noch nicht im Stande sind, den Moment zu erfassen, wo in einer komplizierten Eiweißmolekel der erste Lebensstrahl aufblitzte, welcher so eine tote Eiweißmolekel in einen lebendigen Organismus, sagen wir in einen Autoblasten, verwandelte, so liegt dennoch dieser Uebergang unserem Verständnis viel näher, als solch ein gigantischer Sprung der Evolution wie der von einer toten Eiweißmolekel bis zu solch einem komplizierten Organismus wie die Zelle. Ich weise hier nur darauf hin, dass der Weg in dieser Richtung schon angedeutet ist. Ich meine die höchst interessante Broschüre von Prof. N. Czermak (Ueber den Bau der lebendigen Substanz. Eine Hypothese der lebenden Wirbelmoleküle, St. Petersburg, 1895; Russisch. — Ein Referat davon in: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgesch., Bd. V, S. 469—473). Ich erinnere noch daran, dass ich in einer in diesem Blatte erschienenen Studie es versucht habe, zu zeigen, wie das Grundprinzip der Theorie von Czermak für die Erklärung einer der wichtigsten Fragen der Biologie, der Frage von der Vererbung, zu verwerten sei (G. Schlater, Einige Gedanken über die Vererbung, Biol. Centralbl., Bd. XVI, Nr. 19—22, 1896).

Allein, wenn die gegenwärtige Wissenschaft sich noch weigert, ungeachtet aller Beweise, sich auf diesen Standpunkt zu stellen, d. h., wenn sie sich weigert, die Zelle als zusammengesetzten Organismus anzuerkennen, so wirft sie sich bedingungslos wieder in die Arme der längst begrabenen Lehre von der spontanen Urzeugung, oder generatio aequivoca, welche in naiver Weise sich vorstellte, dass sogar so hoch organisierte Wesen wie einige Würmer und Insekten aus anorganischer Materie, aus Schlamm, entstehen könnten. Allein zu der Zeit, wo man vom Bau und vom Leben der Zelle noch fast nichts wusste, und wo die Zelle in den Augen der Forscher wirklich die allereinfachste und elementarste Einheit der lebendigen Substanz darstellte, befand sich der vielzellige Organismus in eben solch einem Verhältnis zur ganzen Zelle, in welchem gegenwärtig die Zelle zu den Cytoblasten, oder Autoblasten steht. Und trotz dessen wurde die Unrichtigkeit dieser Lehre anerkannt und dieselbe verworfen. Wie dürfen wir denn umsomehr, heutzutage, wo wir schon verhältnismäßig so viel von der

Digitized by Google

Zelle wissen, die erdrückende Masse von beweiskräftigen Thatsachen negieren und, dieses Beispiel aus der Vergangenheit der Biologie unbeachtet lassend, so zähe am Alten halten und kategorisch weiter behaupten, die Zelle sei die denkbar einfachste morphologische Einheit, und es gebe keine Organismen, welche niedriger als die Zelle ständen. Das erinnert an die Mitte des vergangenen Jahrhunderts, als der bekannte Physiologe Haller durch sein kategorisches „Nulla est epigenesis" die damals in der Person des C. F. Wolff entstehende Embryologie zu vernichten dachte. Jedoch, es gelang nicht Haller; es gelang auch nicht den Anhängern der alten Lehre von den Katastrophen und von der Unveränderlichkeit der Arten, in Person des bekannten Cuvier; es gelang auch nicht den Verteidigern der generatio aequivoca, und kein kategorisches Machtwort der Repräsentanten der heutigen Biologie wird natürlich die Macht haben, den weiteren Fortschritt der Biologie zu hemmen.

Nachdem ich von Lebewesen gesprochen, welche niedriger als die Zelle stehen, kann ich nicht umhin, die Aufmerksamkeit der Leser auf eine ganze Gruppe einzelliger Organismen zu lenken, auf die Infusorien, welche gerade die entgegengesetzten Verhältnisse darbieten. Diese Organismen stellen eine merkwürdige Differenzierung ihres Körpers dar. Sie besitzen eine sogen. Mundöffnung, welche oft in eine magenartige Höhlung oder Schlund führt; ganze Wimperapparate, oft von sehr großer Kompliziertheit; Vakuolen; einen oder mehrere Kerne; eine Menge verschiedener Körnelungen; viele Fibrillen und Stäbchen, welche regelrechte Systeme kontraktiler Elemente bilden, die Funktion von Muskelelementen ausüben, und zuweilen sogar eine besondere Struktur erkennen lassen. Es soll damit nicht gesagt sein, dass wir uns auf den Standpunkt des ersten Erforschers der Infusorien, Ehrenberg's, zu stellen haben und uns vorstellen, dass die Infusorien alle Organe höherer Organismen besitzen. Ich glaube jedoch, dass der Grundgedanke Ehrenberg's vollkommen richtig ist. Der ganze Körper des Infusors ist in morphologische Gebilde differenziert, welche Prototypen der Organe der vielzelligen Organismen darstellen. Das Infusor zeigt also eine besondere Energie der Differenzierungs-Prozesse der lebenden Substanz, jedoch ohne dass diese Prozesse aus den Grenzen, aus dem Bereiche des Elementes heraustreten, mit welchem unsere Vorstellungen von der Zelle verbunden sind. Ein Infusor ist also gleichwertig einer Zelle. Allein die heutige Wissenschaft lehrt uns, dass die Zelle das einfachste morphologische Element ist, dass sie morphologisch unteilbar ist. Folglich ist auch ein Infusor morphologisch nicht mehr teilbar. Wie ist dann aber die ganze komplizierte morphologische Differenzierung dieser Lebewesen zu begreifen, welche ihrem Bau nach viel komplizierter als die Zelle erscheinen? Entweder müssen wir davon Abstand nehmen, die Infusorien als einzellige

Digitized by Google

Organismen anzusehen, und sie den Vielzelligen zuzählen, oder aber, wenn diese Organismen den Zellen analog sind, zugeben, dass die Infusorien, d. h. die Zellen, aus einfacheren Einheiten zusammengesetzte Organismen sind. Da aber die Infusorien, was keinem Zweifel unterliegen kann, wirklich freilebende Zellen sind, so erweist es sich also, dass eine Analyse auch dieser Frage uns von der zusammengesetzten Natur der Zelle überzeugen muss. Hier entsteht aber eine andere Frage von großer Bedeutung. Es fragt sich, was für ein Unterschied ist zwischen einem vielzelligen Organismus mit seiner Differenzierung in Organe und Gewebe, welche aus Zellen bestehen, und einer Infusorien-Zelle, mit ihrer zuweilen sehr komplizierten Differenzierung in Prototypen der Organe der *Metazoa*? Eins steht fest, dass die Infusorien, wie auch die vielzelligen Organismen sich phylogenetisch auf dem Wege der Differenzierung aus einer Zelle entwickelt haben. Warum, fragt es sich nun, sind die ersteren Zellen geblieben, während die letzteren eine innigste Symbiose vieler Zellen darstellen? Es scheint mir nun, dass, wenn wir uns auf den Standpunkt der Lehre von den Bioblasten stellen, wir dadurch den Schlüssel zu einer mehr oder weniger befriedigenden Lösung dieser dunklen Frage der Biologie in die Hand bekommen. Wie ja bekannt, entwickelt sich der vielzellige Organismus ontogenetisch, nach dem Prinzip der progressiven Differenzierung, aus einer Zelle, aus dem Ei, auf dem Wege der Teilung derselben, wobei alle neu entstehenden Zellen in einem engen organischen Verbande untereinander bleiben, so einen Organismus höherer Ordnung bildend. Phylogenetisch haben sich die vielzelligen Organismen, wie von den meisten Biologen anerkannt wird, aus verschiedenen Formen der Symbiose einzelner Zellen entwickelt, wobei diese Symbiosen allmählich immer inniger und konstanter wurden. Die weitere phylogenetische Entwicklung ging auf dem Wege der Differenzierung einzelner Zellen, oder ganzer Zellgruppen der Kolonie vor sich. Was die Infusorien anbelangt, so haben sie sich gleichfalls phylogenetisch nach dem Prinzip progressiver Differenzierung aus einer typischen Zelle entwickelt, allein diese Differenzierung ging nicht auf dem Wege progressiver Teilung der Zelle vor sich, sondern spielte sich in der Zelle selbst ab, ohne aus den Grenzen derselben herauszutreten, auf dem Wege der progressiven Teilung und Komplikation der topographischen Verteilung und gegenseitigen Beziehungen der die Zelle aufbauenden Cytoblasten, wobei die Cytoblasten auch morphologische Veränderungen eingingen. Folglich ist im Organismus der Infusorien der ganze komplizierte Differenzierungsprozess in der Urzelle konzentriert geblieben, und das Infusor ist infolge dessen eine Zelle geblieben, aber eine der kompliziertesten, die wir kennen. Hier muss ich nur den Leser davor warnen, der eben ausgesprochenen Ansicht zu viel Glauben zu schenken, wenn sie auch Manchem plausibel er-

Digitized by Google

scheinen mag. Dieser Gedanke über den phylogenetischen Ursprung der Infusorien ist, wie mir bekannt, in der Litteratur noch nicht ausgesprochen worden. In möglichst kurzer Zeit gedenke ich diese Anschauung mehr zu begründen und allseitiger durchzuarbeiten, um ihn in Form einer phylogenetischen Studie dem Leserkreise vorzulegen.

Der heutigen dogmatischen Zellenlehre droht auch von anderer Seite eine gewisse Gefahr. Es wurde schon öfters in der Litteratur darauf hingewiesen, dass es Gewebe giebt, welche absolut keine Differenzierung in einzelne Zellen erkennen lassen. Es sind das die sogen. Syncytien, welche, wie es sich erweist, ziemlich verbreitet sind im Reiche der Wirbellosen. Diese Gewebe treten zuweilen in Form großer Schichten und Protoplasmamassen auf, in welchen nur einzelne Kerngebilde eingestreut sind, ohne weitere Einteilung in einzelne Zellen. Es scheinen auch Gewebe vorzukommen, in welchen sogar keine typischen Kerne anzutreffen sind. Hier stößt die Zellenlehre augenscheinlich auf große Hindernisse, denn es ist schwer, sich solch ein Gewebe vom Standpunkt der Unteilbarkeit der Zelle vorzustellen; und andererseits, diesem Faktum eine rein hypothetische Erklärung zu geben, dass nämlich in solch einem Gewebe sozusagen potentiell, in latenter Form die Zellen enthalten sein sollen, ist mit den Hauptmethoden und Prinzipien der naturwissenschaftlichen Forschung unvereinbar. Auch die Energiden-Theorie von Sachs erklärt uns nichts.

Alle diese Erwägungen führen uns eine andere wichtige Frage der Biologie vor, die Frage von der Genesis, von der Phylogenese der Zelle. Schon früher sind wir zu dem Schlusse gelangt, dass sich eine jede typische Zelle auf dem langen Wege der Evolution aus einem einfachen Körnchen (Bioblasten) entwickelt hätte, gleich wie sich der vielzellige Organismus aus einer Zelle entwickelt hat. Jetzt fragt es sich nun, welchen Weg diese phylogenetische Entwicklung gegangen; ob sich zuerst der Zellkern herausgebildet hatte, welcher nachher den Zellleib um sich herum entwickelt hat; oder ob zuerst der Zellleib entstanden, welcher nachher den Kern aus sich herausgebildet habe? Anscheinend weisen einige Umstände, hauptsächlich die große Aehnlichkeit einiger Kern-Arten mit einigen Kernkörperchen-Arten, daraufhin, dass sich zuerst solche Lebewesen entwickelt hätten, welche sich ihrem Bau nach dem Zellkerne nähern, dass sich weiterhin aus diesen solche herausgebildet hätten, welche sozusagen nur einen Kern darstellen, und dass sodann diese Organismen ihrerseits solche Gebilde aus sich entwickelt hätten, welche als Prototypen des Zellleibes aufzufassen sind. Andererseits scheint es solche Organismen zu geben, wie z. B. *Pelomyxa pallida*, welche nur dem Zellleibe entsprechen. Deswegen glaube ich, es wäre am richtigsten sich vorzustellen, dass es am Anfange des organisierten Lebens auf Erden Autoblasten verschiedener Art gab, solche, welche Prototypen von Kerncytoblasten, und solche,

Digitized by Google

welche Prototypen von Zellkörper-Cytoblasten waren, und dass die phylogenetische Entwicklung der Zellen zu gleicher Zeit auf verschiedenen Wegen vor sich ging. Wie diese Entwicklung verlief, diese allmähliche Vereinigung der Autoblasten in eine enge Gemeinschaft, diese immer komplizierter werdende Verbindung der Elementareinheiten zu Einheiten höherer Ordnung — ist jetzt natürlich schwer zu sagen. Ich habe schon darauf hingewiesen, dass die allgemein verbreitete und anerkannte Ansicht von der phylogenetischen Entwicklung der vielzelligen Organismen dieselben aus der innigen Vereinigung einzelliger Lebewesen entstehen lässt, wobei die in den Verband tretenden einzelnen Individuen Stoffe auszuscheiden anfingen, welche sie zu einer Kolonie verbanden, und dass aus solchen Kolonien sich die vielzelligen Organismen herausgebildet hätten, wobei die einzelnen Glieder der Kolonie ihrer Selbständigkeit verlustig gingen und in eine immer größere Abhängigkeit von der durch ihre Symbiose gebildeten höheren Einheit traten. Diesem Vorgange analog könnten wir uns auch die Entwicklung der Zelle auf dem Wege einer immer inniger werdenden Symbiose von Autoblasten sich gestaltend vorstellen. Allein auch von dieser Seite her erfährt gegenwärtig die Zellenlehre eine gewisse Erweiterung. Hier muss ich ein paar Worte über den Standpunkt des amerikanischen Zoologen Adam Sedgwick und des französischen Zoologen Yves Delage sagen. Der erste von ihnen hatte schon vor 13 Jahren die Ansicht ausgesprochen, dass die vielzelligen Organismen sich nicht aus Kolonien Einzelliger entwickelt hätten, sondern auf dem Wege einer progressen Teilung, Vermehrung und Spezialisierung der Kerne im Bereiche einer Zelle, mit einer nachfolgenden Einteilung dieser letzteren in viele Zellen. So sagt Sedgwick in einer seiner Arbeiten (Quart. Journal etc., 1886, p. 205—206): „Die Urform der *Metazoa* wird nicht mehr als kolonialer einzelliger Organismus betrachtet werden, sondern vielmehr als ein vielkerniges, mit einer Mundöffnung versehenes Infusor, welche in die centrale vakuoläre Protoplasmamasse führt". In seiner Arbeit vom Jahre 1895 (Quart. Journ., 1895, p. 334) drückt er sich folgendermaßen aus: „Die Differenzierung der *Metazoa* geschah in einer gleichförmigen plasmatischen Masse, und der zelluläre Bau entstand durch eine spezielle Verteilung der Kerne, welche in Verbindung mit den Strukturveränderungen stand". Yves Delage entwickelte diesen Gedanken in den letzten Jahren weiter, mit größerer Schärfe und Beweiskraft. Sich auf eine ganze Reihe von Thatsachen und Reflexionen stützend, gelangt er auch zur Ueberzeugung, dass der vielzellige Organismus, seinem phylogenetischen Ursprunge nach, nicht als aus einer Zellenkolonie entstanden aufgefasst werden kann, sondern vielmehr, dass sein ganzer Körper einer einzigen Zelle gleichkomme, in welcher der Prozess einer schnell verlaufenden Teilung der Kerne, deren besonderer Verteilung, Differenzierung und

Digitized by Google

Spezialisation vor sich gegangen. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung trat eine Einteilung der ganzen Protoplasmamasse in einzelne Bezirke ein, wobei das Protoplasma eines jeden Bezirkes sich um den zugehörigen Kern konzentrierte und der ganze Organismus auf diesem Wege in eine Masse einzelner Zellen eingeteilt wurde. Folglich ist die vielzellige Natur der *Metazoa* eine sekundäre Erscheinung. Der vielzellige Organismus hat sich nicht aus einer Kolonie von Zellen, sondern aus einer einzigen Zelle herausgebildet. Ich habe natürlich nicht die Möglichkeit an dieser Stelle auf diese interessante Frage näher einzugehen (siehe: Yves Delage, La conception polyzoique des êtres. Rev. scientif., S. 4, T. 5, Nr. 21, 1896. — La question de polyzoisme et la definition de l'individu; Reponse à Le Dantec. Rev. scientif., S. 4, T. 5, Nr. 25, 1896). Ich muss nur sagen, dass dieser Standpunkt recht fest auf eine Reihe von Thatsachen gestützt ist, und auf diesem Wege höchst wahrscheinlich die phylogenetische Entwicklung gewisser Formen der *Metazoa* vor sich gegangen sein kann. Allein wir müssen diesem Standpunkte zugleich seinen allgemeinen Charakter, eine allgemein giltige Bedeutung absprechen, da der größte Teil der *Metazoa* sich doch, wahrscheinlich, aus Kolonialformen entwickelt hat.

Allein noch eine Frage muss ich an dieser Stelle berühren, eine Frage von großer biologischer Tragweite, an deren Beantwortung man bis jetzt sogar kaum herangetreten ist. Ich berühre diese Frage nur, um den Gegnern der Bioblasten-Theorie zuvorzukommen, da diese Frage aufgeworfen werden, und bei oberflächlicher Betrachtung als ein höchst gewichtiges Argument gegen die Anerkennung der Bioblasten angesehen werden kann. Da nämlich jeder vielzellige Organismus sich ontogenetisch aus einer einzigen Zelle, aus der Eizelle, entwickelt, d. h. aus derjenigen elementaren morphologischen Einheit, aus deren Summe er besteht, so müsste sich dem analog auch jeder einzellige Organismus ontogenetisch aus einem einzigen Körnchen, aus einem Bioblast entwickeln, wenn dieser letztere in Wirklichkeit jene elementarste morphologische Einheit wäre, aus deren Summe sich der Organismus der Zelle aufbaut. Allein wir sehen, wird man sagen, dass sich der einzellige Organismus aus einem einzelligen, dass sich also eine Zelle ontogenetisch aus einer Zelle entwickelt. Wenn nun diese Behauptung in Wirklichkeit von jeglichen Einwänden frei wäre, so wäre diese Thatsache ein gewichtiges Argument contra, ein Argument mit dem man es jedenfalls zu thun haben wird. Allein, abgesehen davon, dass wir im unabsehbaren Reiche der *Protozoa*, wie ich schon angedeutet habe, zweifellos solche Formen haben, welche ihre ontogenetische Entwicklung aus Gebilden beginnen, welche höchst wahrscheinlich den Bioblasten entsprechen, muss ich Folgendes sagen. Die gegenwärtige noch dogmatische Anschauung, dass im vielzelligen Organismus eine jede Zelle nur aus einer Zelle entsteht, wird in Zu-

Digitized by Google

kunft eine eingreifende Veränderung, oder wenigstens Einschränkung, erfahren. Schon gegenwärtig treffen wir in der Litteratur eine Reihe von sporadischen Hinweisen darauf, dass außer den Hauptarten der Zellvermehrung durch direkte Teilung, durch Karyokinese, und durch Gemmation oder Fragmentation, wir noch eine Art der Zellvermehrung antreffen, nämlich die Entwicklung neuer Zellen aus dem Kernkörperchen, welches in den meisten Fällen einen Cytoblast (Bioblast) darstellt. Vielleicht wird es sich noch herausstellen, dass auch die Sexualelemente, die Eier und Spermatozoen, aus denen sich der ganze zusammengesetzte vielzellige Organismus entwickelt, ihrerseits in den Sexualorganen ontogenetisch aus einem Körnchen, aus einem Bioblasten, entstanden sind. Ueberall Zellen suchend und nur Zellen anerkennend, schenken wir fast gar keine Aufmerksamkeit jener Masse von Körnern, welche öfters in verschiedenen Geweben außerhalb der Zellgrenzen zerstreut sind, und sehen für gewöhnlich derartige Bildungen für tote Detritusmassen, für Zerfallprodukte pathologischen Charakters an, oder aber sprechen von denselben überhaupt nicht, wie es in der normalen Biologie geschieht. Der Umstand, warum in diesem Falle die ontogenetische Entwicklung der Zelle aus einem Bioblast in den Hintergrund tritt im Vergleich zu den anderen oben angeführten Arten der Zellvermehrung, kann verhältnismäßig leicht seine Erklärung finden, worüber jedoch in dieser Studie nicht die Rede sein kann, da es uns zu weit aus den Grenzen derselben führen würde. Ich wollte auf diese Frage nur hinweisen.

(Viertes Stück folgt.)

Julius Wolff, Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt.

Virchow's Archiv, Bd. 155, 2, S. 256.

Unter dieser Ueberschrift giebt Verf. eine Uebersicht über den neueren Ausbau der Lehre, die er durch sein großes Werk: Das Gesetz der Transformation der Knochen (Berlin 1892) begründet hat. Die neuere Arbeit kann nicht wiedergegeben werden, ohne dass vorerst auf die ältere eingegangen worden ist.

Durch die einleitende historische Darstellung wird die bekannte schöne Erzählung von der Entdeckung des Prinzips der Knochenstruktur durch den Mathematiker Culmann insofern abgeschwächt, als man erfährt, dass der leitende Gedanke schon früher von Bourgery und Ward gefasst und ausgesprochen worden war, freilich noch nicht als allgemeines Prinzip. In dieser Hinsicht also war Culmann's Zeichnung eine wahre Entdeckerthat, und sein Verdienst ist um so größer, weil er selbst zuerst die in Betracht kommenden Gesetze der Verteilung von Zug und Druck gefunden hatte. H. v. Meyer fiel die Ausbeutung der Entdeckung zu, die ihn aber nicht sehr weit führte, so dass der nächste große Fortschritt auf diesem Gebiete dem Verf. vorbehalten blieb: die Anpassung der Struktur

Digitized by Google

an veränderte Verhältnisse, eben die „Transformation der Knochen", nachzuweisen. Verf. untersuchte vor allem den Bau des coxalen Femur-Endes, an Längsschnitten in sagittalen und frontalen Ebenen, sowie an Querschnitten. Wie schon H. v. Meyer angegeben hatte, ist an Knochen von Erwachsenen, und noch deutlicher am Gefüge des kindlichen Knochens zu erkennen, dass die äußere kompakte Substanz nur eine entsprechend den Forderungen der Festigkeitsbeanspruchung verdichtete *Spongiosa* darstellt. Ferner lässt sich an jedem Knochenschnitt noch ein allgemeiner Satz bestätigen, der H. v. Meyer entgangen war, dass nämlich die Bälkchen stets senkrecht auf einander und auf die Oberfläche stehen, dass mithin die Zwischenräume stets die Form rechteckiger Zellen haben. Auf die Einzelheiten der Verteilung der Knochenbälkchen kann hier nicht eingegangen werden. Aus den beiden angeführten Thatsachen geht aber schon hervor, dass die Anordnung der Knochenbälkchen thatsächlich genau den Zug- und Drucklinien entspricht, die nach Culmann's Zeichnung einem Körper von der Gestalt des Femurendes unter entsprechender Beanspruchung zukommen. Was bedeuten nun eigentlich diese Zug- und Drucklinien?

Wird ein länglicher Körper, ein Balken, gebogen, so muss er auf der konvexen Seite der Biegung gedehnt, auf der konkaven zusammengedrückt werden. Dazwischen wird eine ideale Schicht, die „neutrale Schicht", zu finden sein, die ihre ursprüngliche Länge behält, weil weder Zug noch Druck stattfindet. Auf jedem Querschnitte durch den Balken wird von der neutralen Schicht an auf einer Seite der Druck auf der andern der Zug bis zum Rande hin zunehmen. Man kann nun nach von Culmann angegebenen Methoden die Größe des Drucks und Zuges an jeder Stelle des Querschnitts für eine gegebene Beanspruchung berechnen. Verbindet man die Stellen einer Reihe von Querschnitten, an denen Druck- oder Zug-Spannung verhältnismäßig gleiche Größe hat, dann wieder diejenigen Stellen, an denen um eine bestimmte Größe höhere Spannung herrscht, und so weiter fort, so erhält man ein System von Linien, die die Richtung und Größe der Spannung in dem gebogenen Balken deutlich erkennen lassen.

Anschaulicher kann man vielleicht das Wesen dieser Linien auf folgende Weise darstellen: Denkt man sich den Körper aus einer großen Zahl allseitig gleicher elastischer Elemente zusammengesetzt, und unter dem Einfluss der Beanspruchung um eine kleine Strecke gebogen, so werden alle Elemente mit Ausnahme derer in der neutralen Schicht an der Formänderung beteiligt sein. Die Zug- und Drucklinien geben dann die Richtungen an, in denen sich die einzelnen Elemente am stärksten verlängern und verkürzen. Man kann daher die Lage der Zug- und Drucklinien für beliebig gestaltete Körper, anstatt sie zu berechnen, durch Probieren an Gummimodellen bestimmen.

Für die Festigkeit eines Gebildes, das mit möglichster Materialersparnis ausgeführt werden soll, ist es nun wesentlich, dass alles Material an den Stellen verwendet werde, wo die Formänderung bei gegebener Belastung am größten ist. Denn, eine bestimmte Nachgiebigkeit des Materials vorausgesetzt, kommt an dieser Stelle die Größe der Nachgiebigkeit gegenüber der Größe der Formänderung am wenigsten in Betracht.

Digitized by Google

Wenn also die Knochenbälkchen in der Richtung der Zug- und Druck-Kurven angeordnet sind, so ist dies ein Beweis, dass die Knochen aufs zweckmäßigste, mit der größten Materialersparnis für die größte Widerstandsfähigkeit gebaut sind.

Es fragt sich nun zunächst, inwieweit denn die theoretisch geforderte und die thatsächlich zu beobachtende Anordnung der Bälkchen übereinstimmen? Hier setzte Verf. mit seiner Untersuchung ein, und konnte, wie schon erwähnt, im Gegensatze zu älteren Abbildungen nachweisen, dass die Knochenbälkchen stets rechtwinklig zu einander stehen. Ferner schloss Verf. aus der Theorie, dass, wenn in Wirklichkeit die Anordnung der innern Architektur der Knochen eine statische Bedeutung habe, in der neutralen Schicht keine Anhäufung in bestimmten Richtungen, sondern vielmehr eine indifferente, gleichmäßige Verteilung der Knochenbälkchen zu finden sein müsse. Thatsächlich ergiebt die Untersuchung, dass ein sagittal, möglichst genau in der neutralen Schicht geführter Schnitt nur gleichmäßig senkrecht und wagerecht verlaufende Bälkchen zeigt. Diese beiden Beobachtungen sind um so interessanter, weil sie Beispiele bilden von dem in der Biologie so seltenen Falle, dass ein bestimmter Befund auf Grund mathematischer Betrachtung vorausgesagt werden konnte.

Die vollkommenste Begründung, das Corollarium des angegebenen Prinzips, ergiebt sich aber erst aus der Beobachtung der Transformation der Knochen bei veränderter Beanspruchung. Jede Veränderung der äußeren Form eines belasteten Balkens bedingt eine Abänderung der Richtungen des maximalen Zuges und Druckes, und damit eine veränderte Beanspruchung seiner sämtlichen Elemente. Wenn also ein Knochen durch irgendwelche Einflüsse in seiner Form verändert ist, so ist seine ursprüngliche, der früheren normalen Form angepasste Struktur unzweckmäßig geworden, und der Knochen wird den veränderten mechanischen Anforderungen nicht mehr genügen können. Erst dann wird er wieder funktionsfähig werden, wenn seine durch die Formveränderung statisch wertlos gewordenen Bälkchen untergegangen und durch neu entstandene für die veränderte Form und Beanspruchung statisch brauchbare Bälkchen ersetzt worden sind. In Kürze besagt das vom Verf. ebenfalls zuerst a priori aufgestellte Gesetz der Transformation, dass eine solche Umformung der Struktur wirklich stattfindet.

Durch eine große Zahl von Beobachtungen an Knochen mit geheilten Brüchen wird nachgewiesen, dass sich die innere Struktur durchaus den durch die neue Knochenform gegebenen statischen Bedingungen anpasst. In den Fällen, in denen dies scheinbar nicht geschieht, ist auch die Funktionsfähigkeit nicht wieder hergestellt, die Heilung also als unvollkommen zu betrachten. Verf. unterscheidet primäre und sekundäre Umwandlungen, insofern erstens die Struktur der Bruchstellen selbst sich je nach ihrer Lage verändert, zweitens aber der Aufbau des ganzen Knochens, namentlich die relative Dicke der kompakten Substanz infolge der veränderten Beanspruchung umgebildet wird. Die verschiedenen Formen, unter denen die beiden Arten der Transformation auftreten, teilt Verf. folgendermaßen ein: Transformationen, welche vorzugsweise die äußere Gestalt der Knochen betreffen: Herstellung einer neuen zweckentsprechenden Gesamtform, Bildung seitlicher Schutzwehren, Bildung statischer Brücken zwischen zwei weit von einander abstehenden Fragmenten, Veränderungen

Digitized by Google

der Markhöhlenform an der Bruchstelle und an weit von der Bruchstelle entfernten Partien, Veränderungen gänzlich unbeteiligter Nachbarknochen u. a. m. Transformationen, welche vorzugsweise die innere Architektur der Knochen betreffen: Schwund ursprünglicher und Bildung neuer Bälkchen, Bildung gänzlich neuer *Spongiosa*-Regionen, Einbeziehung der Randpartien vollständig abgetrennt gewesener und wieder eingekeilter Knochensplitter in die sie umgebende neugebildete *Spongiosa* u. a. m.

Ganz auf dieselbe Weise wie die pathologische Veränderung der statischen Beanspruchung wirkt natürlich eine zu experimentellen oder zu therapeutischen Zwecken hergestellte Aenderung der Beanspruchung. Verf. hat hierauf eine Behandlungsweise speziell des Klumpfußes gegründet, und führt Heilungsresultate an, die den Beweis liefern, dass es ebenso gut möglich ist, durch Herstellung der richtigen Beanspruchung Deformitäten zu beseitigen, wie sie durch fehlerhafte Beanspruchung hervorzurufen.

Verf. wirft nun die Frage auf, wie die zweckmäßige Anordnung der Knochensubstanz entstehe. Man pflegt von nutritiver oder formativer Reizung in den Richtungen größten Zuges und Druckes zu sprechen, doch ist damit nur eine Beschreibung, keine Erklärung gegeben. Die histologische Untersuchung zeigt, dass die Anordnung der Elemente der Knochenstruktur, der Havers'schen Lamellen, nicht immer die mechanisch zweckmäßigste ist. Dies ganze Gebiet ist aber noch sehr wenig untersucht.

Aus dem Gesetz von der funktionellen Transformation lässt sich nun ohne weiteres eine neue Darstellung der Lehre von der Knochengestalt ableiten, die der Funktion den Hauptanteil an der Formbildung zuerkennt. Verf. zeigt, dass die ältere Lehre vom Schwunde des Knochens unter Druck und vom Anwachsen unter Zug oder vermindertem Druck theoretisch mit der Vorstellung von der funktionellen Ausbildung der Struktur unvereinbar, und überdies durch direkte Beobachtung als falsch zu erweisen ist. Der äußere Umriss eines Knochens stellt eben nur die äußerste Kurve der statischen Konstruktion dar, die der mechanischen Aufgabe entspricht. Diese Auffassung wird durch die Beobachtung bestätigt, dass sich bei der Heilung keineswegs, wie früher angenommen wurde, die normale Form möglichst vollkommen wiederherstellt, sondern vielmehr, oft sogar auf Kosten der äußeren Gestalt, die Funktionsfähigkeit des Knochens. In der mechanischen Beanspruchung ist also die Ursache für die äußere Form, wie für den inneren Bau der Knochen zu suchen, und in ihr liegt der mächtigste Faktor, der der Orthopädie zur Umbildung missgestalteter Knochen zur Verfügung steht. Der Knochen ist gleichsam ein plastisches Material, das schwindet, wo es keine Beanspruchung erfährt, und angesetzt wird, wo es Widerständen entgegenzuwirken hat.

Dies führt weiter zur Neugestaltung der Lehre vom Knochenwachstum: der einmal gebildete Knochen ändert sich nicht nur durch Anlagerung neuer Substanz und Schwund überflüssigen Materials (Appositions- und Resorptions-Wachstum), sondern er wächst dauernd in seiner ganzen Masse (Expansionswachstum). Auch dies konnte Verf. durch Messungen an Marken, die in lebenden Knochen eingesetzt waren, beweisen.

Weitere wichtige Aufschlüsse giebt die Lehre von der Transformation in Bezug auf die Behandlung der Brüche. Denn es ist nun ohne weiteres klar, weshalb die schlecht reponierten oder nicht reponierbaren Knochenbrüche um so vieles langsamer als die gut reponierten heilen. Käme es

Digitized by Google

dabei, wie man früher annahm, lediglich auf das Quantum des verklebenden Kittes an der Bruchstelle an, so wäre die Verschiedenheit der Heilungsdauer um so weniger erklärlich, als ja die Quantität des Kittes in der Regel der Größe der Dislokation direkt proportional ist. Das Transformationsgesetz zeigt aber, dass die Ursache der langsamen Heilung offenbar in der größeren Ausdehnung der erforderlichen funktionellen Umwandlung liegt, durch welche Form und Architektur selbst weit von der Bruchstelle entfernter Teile des Knochens den durch die Dislokation veränderten Bedingungen angepasst werden müssen.

Die auffallenden Veränderungen, die der innere Bau der Knochen bei Rhachitis und anderen pathologischen Gestaltveränderungen zeigt, sind ebenfalls als Wirkungen des Transformationsgesetzes anzusehen.

Endlich wirft Verf. noch einen Blick auf die Bedeutung, die das nun so sicher begründete Gesetz für die gesamte Naturlehre hat. Zwar bei den Pflanzen, bei denen man analoge Verhältnisse erwarten sollte, macht sich der Einfluss der Funktion auf die Struktur nicht so, wie bei den Knochen, geltend. Aber die Lehre vom molekularen Stoffwechsel, die mechanische Weltanschauung im Gegensatz zur teleologischen, endlich die theoretische Mechanik selbst, die zur Entdeckung des Gesetzes führte, erhält in ihm einen Baustein für weitere Schlüsse.

In der Abhandlung: Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt (Virchow's Archiv, 155, 2, S. 256) kommt Verf. auf seine früheren Arbeiten zurück um sie durch die inzwischen gemachten Erfahrungen zu bestätigen und zu vervollständigen. Das Prinzip, dass die Funktion auf die Organe einwirke (gewöhnlich in der Form ausgedrückt, dass alle Organe sich durch Gebrauch vervollkommnen, durch Nichtgebrauch verkümmern), hat, seit es von Lamarck ausgesprochen wurde, als ein Baustein zur Evolutionstheorie allgemeine Beachtung gefunden. So deutlich, wie durch die Untersuchung der Knochenstruktur ist es aber auf keinem andern Gebiete erwiesen worden. Wie oben erwähnt, ist der Fall in den biologischen Wissenschaften äußerst selten, dass man mit mathematischer Gewissheit aus der äußeren Form eines Organes auf dessen Beanspruchung schließen und die Richtigkeit des Schlusses durch Untersuchung der Strukturverhältnisse beweisen kann. Zugleich aber erlangt der vorliegende Gegenstand ein besonderes Interesse dadurch, dass er, wenigstens für dieses Gebiet, die Ursache organischer Formbildung erkennen lässt. Das Entstehen bestimmter Formen ganzer Organismen wie einzelner Organe hat etwas so rätselhaftes, dass man es durch einen besonders eingeführten Begriff, den „nisus formativus“ der Natur zu erklären gesucht hat. Unter anderen sollte sich diese Naturkraft bei der Heilung von Knochenbrüchen dadurch äußern, dass die Form des Knochens soweit als möglich zur ursprünglichen Norm zurückgeführt werde. Der gewaltige Fortschritt, der durch des Verf. Lehren geschaffen worden, zeigt sich vielleicht am deutlichsten, wenn man mit dieser älteren Anschauung die oben gegebene Darstellung vergleicht, nach der es keineswegs die Form ist, die der Heilungsprozess wieder herstellt, sondern die Funktionsfähigkeit. Der Prüfstein ist in diesem Falle das Verhalten der Markhöhle, die man als ein Kennzeichen der Form des normalen Knochens betrachten darf, das jedenfalls nach geheilter Fraktur neu ausgebildet werden müsste, wenn es auf Wiederherstellung der Form ankäme. Aber im Gegenteil: die Markhöhle

Digitized by Google

bleibt oft dauernd durch neugebildete *Spongiosa* verlegt, wenn nur der geheilte Knochen dadurch der abnormen Beanspruchung, die er infolge der Dislokation erfährt, besser widerstehen kann.

Dieselben Faktoren, die in dem eben betrachteten Beispiele maßgebend sind, müssen aber auch in jedem andern Falle wirksam sein. Verf. durfte daher den Satz aufstellen: „Alle Stoffzunahme des Knochens und ebenso aller Schwund von Knochensubstanz ist ausschließlich von den statischen Bedingungen abhängig, unter welchen der Knochen sich befindet. Der Grund dieses Abhängigkeitsverhältnisses ist bei physiologischen Zuständen das Streben zur Erhaltung der Funktion d. h. der statischen Diensttauglichkeit des Knochens, bei pathologischen Knochenkrümmungen das Streben zur Wiederherstellung der Funktion". Was für die innere Struktur gilt, muss auch von der äußeren Form zutreffen, da diese, wie mathematische und anatomische Betrachtung lehrt, nur entsteht als Grenzschicht des innern Aufbaus. Daher müssen sich an pathologisch veränderten Knochen auch Veränderungen der äußeren Form zeigen, die den Charakter sekundärer, das heißt durch veränderte statische Bedingungen entstandener Gestaltänderung haben. Das ist thatsächlich der Fall, und zwar zeigt sich, dass sich bei analoger Aenderung der Funktion, gleichviel aus welcher Ursache, stets die gleiche Formveränderung einstellt, mithin, dass sich in Folge der pathologischen Veränderung eine neue „funktionelle Gestalt" herausbildet. Dass demnach die Knochendeformitäten funktionelle Bildungen sind, lässt sich deutlich an jedem verkrümmten Röhrenknochen nachweisen, wobei gleichzeitig die Unhaltbarkeit der älteren Lehre vom Schwunde der Knochen unter Druck und der Anbildung bei Entlastung zu Tage tritt. Denn genau entsprechend den von Culmann aufgestellten Gesetzen findet sich an der konkaven Seite verkrümmter Knochen, wo der größere Druck herrscht, stets eine Anhäufung, an der konvexen entlasteten Seite Schwund der Knochensubstanz. Bei der keilförmigen Umbildung der skoliotischen Wirbelkörper, wo auf der konkaven Seite Höhenabnahme, auf der konvexen Zunahme beobachtet wird, fallen freilich die statischen Bedingungen mit denen der Drucktheorie zusammen, doch kann daraus kein Einwand gegen die Theorie von der funktionellen Struktur abgeleitet werden. Die Deformitäten sind also in ihrer Art zweckmäßige Bildungen, die der fehlerhaften Beanspruchung am besten entsprechen. Die primäre Ursache kann in hereditärer Anlage, Gewohnheit, Schwäche der Muskulatur, Weichteilerkrankung, Druck oder anderweitiger Einwirkung von außen her zu suchen sein, immer ist das Mittelglied zwischen diesen primären Wirkungen und der entstehenden Deformität die veränderte statische Beanspruchung. Dass umgekehrt durch Herstellung normaler Beanspruchung auf dem Wege der funktionellen Orthopädie die Knochen zur normalen Form zurückgebracht werden können, giebt diesen Sätzen eine handgreifliche Begründung. Die Röntgenstrahlen geben ein Mittel an die Hand, die Vorgänge der Transformation, die bisher nur an vereinzelten Präparaten studiert werden konnten, am Lebenden zu verfolgen. Durch wiederholte Aufnahmen mittels Röntgenstrahlen kann der Fortgang der funktionell-orthopädischen Behandlung in seinen einzelnen Stufen überwacht werden.

Der Lehre von der Zweckmäßigkeit der Knochendeformitäten widerspricht es nicht, dass sie zugleich der Ausbildung des Gesamtorganismus in hohem Grade hinderlich und selbst schädlich sein können. Denn zweck-

Digitized by Google

mäßig sind sie nur in Hinsicht auf die unmittelbar auf sie einwirkenden mechanischen Kräfte: Druck- und Schubspannung, und zwar nach dem eben gesagten deshalb, weil sie grade durch diese selbst erzeugt werden. So bilden die Knochendeformitäten ein interessantes Beispiel dafür, wie schroff die wirklich in den Organismen herrschenden mechanischen Bildungsgesetze der teleologischen Auffassung entgegenstehen.

Wenn auf diese Weise die Entstehung der pathologischen Knochenformen auf bestimmte Gesetze zurückzuführen ist, wie steht es mit der normalen Knochenform? Die normale Knochenform ist schon im fötalen Leben vorgebildet, und es würde daher zulässig sein, dieselbe als eine einfach durch Vererbung gewonnene anzusehen. Indessen der durch die Erforschung der pathologischen Verhältnisse bekannt gewordene Umstand, dass jede geringste pathologische Abweichung von der normalen Funktion formverändernd wirkt, zeigt, dass die normale Knochenform die für die normale Funktion einzig und allein übrigbleibende ist, dass also die normale, ebenso wie die deforme Gestalt funktionellen Ursprungs ist.

Demnach ist die Knochengestalt sowohl unter normalen, wie unter abnormen Verhältnissen gewissermaßen als das mathematische Gesamtbild aller Beanspruchungen aufzufassen, welche bei den verschiedenen Muskelwirkungen und bei den verschiedenen für das betreffende Körperglied erträglichen Belastungen möglich sind.

An diese Darstellung seiner Lehre schließt Verf. einen kurzen Ueberblick über die klinische und experimentelle Bearbeitung von anderer Seite. Aus einer Reihe von Arbeiten, die sich wesentlich in dem schon besprochenen Gedankenkreise bewegen, sei die von H. H. Hirsch besonders hervorgehoben, in der die Bruchfestigkeit des Schienbeins bei Beanspruchung in verschiedenere Richtungen festgestellt, und den vorher durch Berechnung und anatomische Untersuchung erhaltenen Werten entsprechend gefunden wird. Endlich erwähnt Verf. auch einige Punkte, in denen nicht ausschließlich die Funktion für Bau und Form des Knochens maßgebend erscheint: Die in den Knochen eintretenden Gefäße sind von einer kompakten Scheide aus Knochensubstanz umgeben, während eine unmittelbare Beanspruchung des Materials an dieser Stelle nicht zu erkennen ist. Ferner zeigt sich in der *Spongiosa* der Epiphysenenden von Röhrenknochen eine Art Schichtenbildung, sogenannte „Verdichtungszonen“ die parallel zur Oberfläche verlaufen, und eine Anhäufung von Material darstellen, für die kein mechanisches Bedürfnis vorzuliegen scheint. Auf solche Einzelheiten hin kann aber die allgemeine Bedeutung der Funktion für die Struktur und Gestalt der Knochen nicht in Zweifel gezogen werden. [85]

Bemerkungen zu Mehnert's Aufsatz: K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonalleben.

Von Prof. **Franz Keibel** in Freiburg i. Br.

In einem Aufsatze, welcher unter dem Titel: „K. E. v. Baer als Begründer der Erkenntnis der individuellen Variation im Embryonal-

Digitized by Google

leben" in der Nr. 13 des biologischen Centralblattes erschienen ist, übernimmt Mehnert die Aufgabe, das Andenken K. E. v. Baer's mir gegenüber zu verteidigen und vor Entstellungen zu schützen. Dass thatsächlich Mehnert Baer's Ansichten entstellt hat, um sie mit den meinigen in Widerspruch und mit den seinigen in Uebereinstimmung zu bringen, zeigt ein Blick auf Baer's Worte.

Baer[1]) sagt S. 5: „Die Ungleichheiten in der Periodizität der Entwicklung sind von doppelter[2]) Art. 1. Ungleichheit im Nebeneinandersein der Erscheinungen, 2. Ungleichheit im Fortgange der gesamten Entwicklung".

Baer fährt fort: ***„Die Ungleichheiten der ersten Art sind nicht sehr bedeutend"***[3]), und führt dieses in mehreren Sätzen weiter aus, so dass es sich dabei nicht, wie Mehnert behauptet, um einen von mir „missverstandenen, weil kurz gehaltenen Satz"[4]), sondern um eine ganz ***unzweideutige, ausführlich begründete*** Behauptung handelt.

Meine von Mehnert angegriffenen Ausführungen in der Normentafel des Schweines beziehen sich ausschließlich auf die Korrelation der Organentwicklung und die Variationen, welche sich dabei finden. Ich konnte mich also mit vollem Recht auf K. E. v. Baer berufen.

In Bezug auf die zweite Art der Ungleichheiten in der Periodizität der Entwicklung sagt Baer allerdings: „Viel schwankender als das Verhältnis des Nebeneinanderseins ist das Fortschreiten der Ausbildung nach der Dauer der Bebrütung, und eine wahre Plage für den Beobachter, der, wenn er einen bestimmten Moment beobachten will, fast gar nicht zum Ziel kommt" u. s. w. Hierauf bezügliche Ausführungen, ferner Angaben über Größenverhältnisse, welche ich in meiner Zusammenfassung direkt ausgeschlossen habe, und Primitivstreifenstadien, welche in den Normentafeln mehr anhangsweise behandelt werden[5]) und auf welche sich meine Ausführungen gar nicht beziehen, benutzt Mehnert, um nachzuweisen, dass ich mich mit Unrecht auf Baer berufe.

Auf die Ungleichheit im Fortgange der gesamten Entwicklung bin ich in meiner Normentafel des Schweines nicht weiter eingegangen, weil für die Embryonen des Schweines genaue Altersangaben nicht

---

1) Ueber Entwicklungsgeschichte der Tiere. Erster Teil. Königsberg 1828.

2) Im Original nicht gesperrt.

3) Im Original nicht fett gedruckt.

4) Bei Mehnert nicht gesperrt.

5) In der allgemeinen Einleitung zu den Normentafeln S. 7 sage ich ausdrücklich: „Die Furchung und die Gastrulation im Einzelnen darzustellen, liegt nicht im Plane der Normentafeln".

Digitized by Google

beizubringen sind [1]). Nicht einmal ob die Embryonen desselben Muttertieres gleich alt sind, ist sicher. Zudem sind auch die Entwicklungsbedingungen der einzelnen Embryonen im gleichen Uterus durchaus nicht immer die gleichen. Im übrigen stimme ich natürlich auch in dieser Hinsicht mit v. Baer vollkommen überein, und Mehnert thut wohl auch den Embryologen des auf Baer folgenden halben Jahrhunderts Unrecht, wenn er meint, dass ihnen so elementare Kenntnisse abhanden gekommen wären, wie dass Hühnerembryonen aus gleich lange bebrüteten Eiern sehr verschieden weit entwickelt sind, dass sonst gleich weit entwickelte Embryonen verschieden groß sein und verschiedene Proportionen zeigen können und dass die Primitivstreifenstadien des Huhnes sehr bedeutende Abweichungen von einander aufweisen. — Das sind für jeden Embryologen immer Binsenwahrheiten gewesen.

Dass ich die „Messmethode" missachte, wie mir Mehnert dann weiter vorwirft, davon ist weder in den Normentafeln, noch sonst in meinen Schriften irgendwo die Rede; im Gegenteil, ich habe mich, wie ja aus Mehnert's eigenen Ausführungen hervorgeht (S. 447, Anm. 2) vielfach bemüht, die Maßverhältnisse von Embryonen sehr genau festzustellen. Die „Messmethode" in den Normentafeln der Wirbeltiere aber etwa in der Weise durchführen zu wollen, wie dies Fischel [2]) für eine kleine Entwicklungsperiode des Entenembryo gethan hat, das ist, wie jeder einsichtige Embryologe zugeben wird, unmöglich. Für ein erreichbares Ziel muss man hier, wie oft, das Streben nach einem unerreichbaren opfern.

Wie sehr ich Untersuchungen wie die von Fischel schätze, geht übrigens für jeden Unbefangenen aus der Art hervor, in der ich die Arbeit Fischel's in meinem Aufsatz „Das biogenetische Grundgesetz und die Cenogenese" [3]) bespreche. Auf diesen Aufsatz und auf meine Abwehr [4]) gegen Mehnert in den Anatom. Heften, I. Abt., Heft 40 (12. Bd., Heft 3) S. 567—573 weise ich, um mich hier kurz fassen zu können, ausdrücklich hin. [94]

---

1) Baer sagt übrigens l. c. S. 7 mit Bezug auf Hühnerembryonen: „Ueberhaupt ist die Bestimmung der Zeit bei dieser Wandelbarkeit etwas Unwesentliches, leider nur etwas Unvermeidliches für die Darstellung, um von dem Zusammensein der Erscheinungen eine Ansicht zu geben".

2) A. Fischel, Ueber Variabilität und Wachstum des embryonalen Körpers. Morpholog. Jahrb., Bd. 24, Heft 3.

3) Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. 7, S. 764 ff. In diesem Aufsatz sind S. 787 Zeile 15 von unten die Anführungszeichen bei den Worten „ohne Schwierigkeiten" zu streichen.

4) Zu Mehnert's Bemerkungen über meine Kritiken und Referate.

Digitized by Google

Otto Ammon, Zur Anthropologie der Badener.

Bericht über die von der anthropologischen Kommission des Karlsruher Altertumsvereins an Wehrpflichtigen und Mittelschülern vorgenommenen Untersuchungen. G. Fischer. Jena 1899. 707 Seiten. 15 Karten.

Das vorliegende Werk gehört zu den gründlichsten Arbeiten auf dem Gebiete der statistischen Anthropologie. Bei nahezu 30,000 Wehrpflichtigen und Mittelschülern sind die anthropologischen Merkmale aufgenommen worden (Körpermaße, Kopfmaße, Augen-, Haar- und Hautfarbe). Die Beobachtungen wurden größtenteils vom Verf. selbst gemacht, zum kleineren Teil von Dr. Wilser, Arzt in Karlsruhe. Bei der Bearbeitung des Materials hat der Verf. das Land nach geographischen Gesichtspunkten in kleine Bezirke geteilt und die Resultate auf Karten durch Farben anschaulich gemacht. Ursprünglich ging der Zweck der Untersuchung nur dahin, festzustellen, in welcher Weise die Bevölkerung Badens aus verschiedenen anthropologischen Rassen zusammengesetzt ist, aber im Laufe der Arbeit ergaben sich neue Gesichtspunkte und mancherlei interessante Resultate in physiologischer und in soziologischer Hinsicht.

Die 20jährigen Männer (Wehrpflichtigen) in Baden sind durchschnittlich etwas kleiner als in Norddeutschland, England und Skandinavien, etwas größer als in Italien und Spanien; die durchschnittliche Körpergröße beträgt 165,2 cm. Nahezu die Hälfte haben eine Größe zwischen 162 und 169 cm; die Größe von 170—174 cm findet man bei 17 %, eine Größe von 175 cm und mehr nur bei 6,6 %. In der Größe von 157—161 cm giebt es 18,3 %, und noch Kleinere 9 %. — Es ist interessant, dass in den letzten 30 Jahren die Durchschnittsgröße der 20jährigen Männer sich etwas gehoben hat und insbesondere die Zahl der Kleinen (unter 161 cm) von 39,2 % auf 27,6 % zurückgegangen ist. Dies erklärt sich daraus, dass in den letzten 30 Jahren die Erwerbs- und Ernährungsverhältnisse eines großen Teiles der Bevölkerung sich sehr gebessert haben und dass in Folge dessen die Zahl derjenigen, welche wegen ungenügender Ernährung im Wachstum zurückblieben, erheblich abgenommen hat[1]). — Die Körpergröße der 20jährigen Wehrpflichtigen deckt sich nicht mit derjenigen der erwachsenen männlichen Bevölkerung, weil die meisten Wehrpflichtigen noch im Wachsen begriffen sind; die zeigte die Messung der Zurückgestellten; vom 20. zum 21. Lebensjahr findet durchschnittlich ein Wachstum von 1,1 cm statt, in der Zeit vom 21. zum 22. Lebensjahr wachsen noch 64 % und beträgt das durchschnittliche Wachstum 0,6 cm (das größte 6,5 cm).

Der durchschnittliche Kopfindex bei den 20jährigen Männern in Baden beträgt 84,14[2]). Die Bevölkerung ist durchschnittlich beträchtlich rundköpfiger als diejenige der germanischen Reihengräberschädel. Die ländlichen Wehrpflichtigen in Baden neigen mehr zur Rundköpfigkeit als

1) Die erwähnte Größenzunahme zeigt sich sowohl in Bezirken mit landwirtschaftlichen wie mit industriellen Erwerbsverhältnissen. Z. B. hat seit 40 Jahren die Zahl der Kleinen unter den Wehrpflichtigen um 12—20 % abgenommen in den Bezirken Offenburg, Schopfheim, Adelsheim, Buchen, Ettlingen, Durlach, Achern, Heidelberg, Tauberbischofsheim, Ueberlingen, Eppingen, Eberbach, Mosbach, Pforzheim, um 23 % in Lahr und Wiesloch.

2) Bekanntlich giebt der Kopfindex an, wieviel Prozent der Länge des Kopfes die Breite des Kopfes beträgt; Köpfe mit einem Index von mehr als 80 gelten als brachycephal.

Digitized by Google

die meisten europäischen Völker und werden nur von den Bewohnern einiger französischer und italienischer Gebirgsgegenden, einiger Thäler Tyrols und einiger Länder im Osten Europas an Rundköpfigkeit übertroffen.

Die meisten Langköpfe findet man an den vier Enden des Landes, nämlich im Südosten (bei Konstanz), im Südwesten (bei Lörrach), im Nordosten (bei Buchen) und im Nordwesten (bei Mannheim); außerdem auf der Hochebene des Schwarzwalds (bei Neustadt). Die meisten Rundköpfe giebt es im mittleren Schwarzwald (Wolfach hat 70 Prozent), an der Grenze von Schwarzwald und Baar (Villingen hat 56,2 Prozent) und am südlichen Abhange des Schwarzwaldes (Säckingen hat 61 Prozent). Der mittlere Schwarzwald zeigt auch die geringste durchschnittliche Körpergröße [1]).

Der Verf. unterscheidet in der Bevölkerung Europas drei Typen; erstens die langköpfige Bevölkerung der nördlichen Gegenden, insbesondere Englands, Dänemarks und Skandinaviens, von relativ großem Wuchs und heller Hautfarbe, mit blauen Augen und hellfarbigen Haaren (nordeuropäischer Typus); zweitens die langköpfige Bevölkerung Südeuropas, insbesondere Süditaliens, Südfrankreichs und Spaniens, von weit kleinerem Wuchs, mit dunkler Haut, dunklen Augen und dunklem Haar (mittelländischer Typus); drittens eine rundköpfige Bevölkerung von mittlerer Größe, mit dunkler Haut, dunklen Haaren und Augen, welche gegenwärtig in den Alpengebieten noch am reinsten erhalten ist (alpiner Typus). — In Baden sind diese Typen mannigfach gemischt und gekreuzt, aber in den einzelnen Gegenden in verschiedener Menge an der Mischung beteiligt; es handelt sich aber dabei hauptsächlich nur um den nordeuropäischen und den alpinen Typus; denn es giebt in Baden nur eine geringe Zahl kleiner Leute unter den Langköpfen; es hat also wahrscheinlich der mittelländische Typus an der Zusammensetzung der Bevölkerung keinen beträchtlichen Anteil. — Die Statistik ergiebt, dass in Baden die kleinen Männer etwas rundköpfiger sind als die großen (durchschnittlicher Index bei den Kleinen und Mindermäßigen 84,2 und 84,7, bei den Großen 83,8). „Wo der nordeuropäische, hochgewachsene, langköpfige Typus sich mit dem alpinen, mittelgroßen und rundköpfigen Typus kreuzt, findet sich noch durch Jahrhunderte hindurch unter den Mischlingen eine ausgesprochene Langköpfigkeit der Großen und ausgesprochene Rundköpfigkeit der Kleinen. Im Laufe sehr langer Zeit geht jedoch die Wechselbeziehung zwischen Größe und Langköpfigkeit, Kleinheit und Rundköpfigkeit verloren, so dass irgend eine bevorzugte Verbindung von Körpergröße und Kopfform nicht mehr vorkommt". „Die badischen Wehrpflichtigen zeigen eine Wechselbeziehung zwischen Körpergröße und Kopfform nur noch in den Gegenden, die erst im Laufe des Mittelalters von den Abkömmlingen der germanischen Einwanderer besiedelt wurden, nicht aber

1) Der Amtsbezirk Wolfach (welcher die meisten Rundköpfe besitzt) hat die wenigsten Großen und die meisten Kleinen. Viele kleine Wehrpflichtige giebt es auch in den Bezirken Oberkirch, Waldkirch, Emmendingen und Breisach, sodann am südlichen Abhang des Schwarzwalds (Bezirke Schönau, Waldshut u. a.), ferner bei Villingen, bei Stockach und Messkirch, außerdem in einem Gebiet von Bühl bis Rastatt und im nördlichen Landesteile nur bei Weinheim und bei Eberbach.

Digitized by Google

da, wo die verschiedenen Bestandteile der Bevölkerung schon seit unvordenklichen Zeit sich gekreuzt haben". Die genannte Beziehung zwischen Körpergröße und Kopfform zeigt sich deutlich auf der Schwarzwaldhochebene (Donauhochebene), im mittelbadischen Schwarzwald und im mittelbadischen Hügelland, während am Bodensee, im Rheinthal und im nordbadischen Muschelkalkgebiet das Resultat in dieser Hinsicht nur undeutlich oder sogar einigermaßen widersprechend ist.

Die Untersuchung der Augen-, Haar- und Hautfarbe hat sehr verwickelte Verhältnisse ergeben; hier kann davon nur weniges angeführt werden. Blaue Augen sind oft mit blonden Haaren verbunden, seltener mit braunen, sehr selten mit schwarzen Haaren. Braune Augen treffen häufig mit braunen oder schwarzen Haaren zusammen, selten mit blonden. Grüne Augen sind häufiger mit braunen und schwarzen als mit blonden Haaren vereinigt. Bei den Rothaarigen bleiben die blauen Augen unter dem Durchschnitt und herrschen die braunen und grünen Augen vor; die Rothaarigen haben sämtlich weiße Haut. Bei den blauen Augen übersteigt die weiße Haut den Durchschnitt bedeutend, bei den grauen nur wenig. Blaue Augen sind selten mit brauner Haut vereinigt. Begreiflicherweise ist bei den Dunkelhaarigen die braune Haut viel häufiger als bei den Blonden. — Da blaue Augen bei 41,3 %, blonde Haare bei 41,6 % und weiße Haut bei 83 % der Bevölkerung vorkommen, so lässt sich die theoretische Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens dieser drei Merkmale auf 14,2 % berechnen; thatsächlich findet man aber diese Kombination viel häufiger, nämlich bei 24,5 % der Bevölkerung vor, so dass dadurch die physiologische Verwandtschaft dieser drei Merkmale erwiesen ist.

Von besonderem Interesse ist die Frage, ob man häufig die obenerwähnten Rassetypen mit allen ihren Merkmalen vorfindet, also z. B. wie oft blaue Augen und blonde Haare mit Langköpfigkeit und Größe zusammentreffen. Es fanden sich unter den untersuchten Personen etwa 6,7 % typische Langköpfe, aber die Kombination von blauen Augen, blonden Haaren, weißer Haut, Größe (mindestens 170 cm) und Langköpfigkeit wurde nur bei 0,83 % angetroffen. Die Kombination von braunen Augen, schwarzen Haaren, brauner Haut und Rundköpfigkeit kam in Verbindung mit Kleinheit oder Mittelgröße nur bei 0,89 % vor, obgleich die Zahl der typischen Rundköpfe etwa 40 % beträgt[1]). Es zeigt sich also, dass sowohl der nordeuropäische als auch der alpine Typus nur bei einem sehr kleinen Prozentsatz der Bevölkerung in allen den genannten Merkmalen rein erhalten sind; mindestens 98 % der Bevölkerung sind Mischlinge! Dieses gewissermaßen negative Resultat ist gerade wichtig.

Da die meisten Männer im 20. Lebensjahr noch nicht ausgewachsen sind, so wurde auch die Entwicklung der Körperbehaarung in den Kreis der Untersuchung gezogen, weil sie für den Grad der körperlichen Reife ein Maß giebt. Bei mehr als der Hälfte der Wehrpflichtigen ist die Be-

1) Es ist besonders bemerkenswert, dass der Bezirk Wolfach, welcher in Bezug auf die Körpergröße und den Kopfindex dem obengenannten alpinen Typus am besten entspricht, nicht vorwiegend dunkelfarbig ist, sondern unter allen Bezirken am häufigsten blondes Haar, blaue Augen und weiße Haut aufweist. Man muss also annehmen, dass die Farbmerkmale durch Kreuzung stark verändert sind, oder man kommt in Zweifel, ob die Typen in Bezug auf die Farben richtig aufgestellt sind.

Digitized by Google

haarung an den Beinen schon ziemlich entwickelt, bei einer kleineren Zahl ist auch schon die Behaarung auf den Armen, der Brust und dem Bauch vorhanden. Andererseits beginnt bei vielen die Behaarung eben erst hervorzutreten oder fehlt noch gänzlich; dieses Zeichen der Unreife fällt häufig mit stark zurückgebliebenem Wachstum zusammen und wird daher bei den kleinen Individuen besonders oft gefunden; aber es kommt durch alle Größenklassen hindurch in ziemlichem Prozentsatz vor und macht bei den Uebermäßigen (über 174 cm) noch beinahe 20 % aus. — Die Individuen mit fehlender oder schwacher Behaarung haben relativ lange Beine; es hat sich nämlich gezeigt, dass von der Zeit der sexuellen Reife an das Wachstum der Beine nur gering ist, der Oberkörper aber in weit stärkerem Maße wächst. — Die Dimensionen des Kopfes nehmen vom Zeitpunkt der sexuellen Reife an noch um einige Millimeter zu; der Kopfindex bleibt aber wahrscheinlich derselbe.

Ueber die Reihenfolge, in welcher die sekundären Sexualcharaktere des Mannes erscheinen, hat sich Folgendes ergeben. Zuerst kommen die Schamhaare hervor, unmittelbar darauf bricht die Knabenstimme, dann werden die ersten Körperhaare am Schienbein sichtbar, etwas später die Achselhaare und zuletzt erscheint der Bart. Diese Reihe gilt jedoch nur für den Durchschnitt, denn in einer Anzahl von Fällen erscheinen die Achsel- und Barthaare früher als die Körperhaare. Ungefähr 1 Prosent der Wehrpflichtigen hat noch die Knabenstimme, mehr als neun Zehntel haben die Männerstimme. Zwischen dem zwanzigsten und dem zweiundzwanzigsten Jahre erreichen die Zurückgebliebenen fast in jeder Beziehung ihre vollständige Reife. Z. B. wurden Leute mit Knabenstimmen unter den einmal Zurückgestellten nur vereinzelt, unter den zweimal Zurückgestellten gar nicht mehr getroffen. — Sowohl in Bezug auf den Stimmwechsel, wie in Bezug auf den Wuchs und die Behaarung zeigt sich, dass die Blonden etwas später als die Braunen, die Braunen etwas später als die Schwarzhaarigen die Reife erreichen.

Sehr merkwürdig ist der Befund, dass die Bevölkerung der größeren Städte etwas größer und beträchtlich langköpfiger ist als die Bevölkerung des Landes[1]). Der Verf. hat die Stadtbewohner erster Generation (also die Eingewanderten) unterschieden von den Stadtbewohnern zweiter Generation (also den Stadtgeborenen); es zeigte sich, dass schon die Stadtbewohner erster Generation[2]) reicher an Langköpfen und ärmer an Rundköpfen sind als die Landleute; noch mehr gilt dies für die Stadtbewohner zweiter Generation, und wieder etwas mehr für die Stadtbewohner dritter Generation [also für die Söhne Stadtgeborener][3]). — Die Städter entwickeln sich rascher als die Landleute, da sie sich durchschnittlich besser ernähren und gewöhnlich nicht so viel körperliche Arbeit thun. — Die relative Langköpfigkeit der Städter ist auch in anderen Ländern nachgewiesen, z. B. bei den großen Städten Frankreichs; in Italien zeigt sie

1) Diese Gesetzmäßigkeit ist zuerst von Ammon gefunden worden und wird manchmal als Ammon'sches Gesetz bezeichnet.

2) Es kann angenommen werden, dass die meisten Eingewanderten im 14. Jahre als Lehrlinge oder im 15.—17. Jahre als Gesellen oder Arbeiter in die Stadt gekommen sind.

3) Die durchschnittlichen Indices betragen: bei den Landleuten 84,34, bei den Großstädtern erster Generation 83,52, zweiter Generation 82,43, dritter Generation 82,38.

Digitized by Google

sich in den Städten Oberitaliens, aber nicht bei den großen Städten Unteritaliens und Siciliens. — Ammon erklärt die relative Langköpfigkeit der Städter durch einen Selektionsprozess; die Anziehungskraft der im Wachsen begriffenen Städte bewirkt eine Aussonderung der Langköpfe. Es wird die Hypothese gemacht, dass die Langköpfe vermöge besonders beweglichen Geistes eher in die Stadt gehen[1]).

Die Städter haben durchschnittlich einen geringeren Brustumfang als die Landleute. Es zeigt sich dies schon bei den Stadtbewohnern erster Generation und tritt noch deutlicher bei den in der Stadt Geborenen hervor; z. B. ist der durchschnittliche Brustumfang bei den Stadtgeborenen großer Städte um 1,4 cm kleiner als bei den Landleuten. Merkwürdigerweise ist der Unterschied bei den Söhnen Stadtgeborener etwas weniger groß.

Unter den vom Verf. untersuchten Wehrpflichtigen befanden sich 207 Juden, deren Maße in einem besonderen Abschnitt betrachtet werden. Im Vergleich mit den andern Wehrpflichtigen ist die Durchschnittsgröße geringer, und der Größenunterschied beruht darauf, dass die Beine kürzer sind. Auch sind die Juden durchschnittlich etwas langköpfiger, ferner dunkler (häufig schwarzhaarig), frühreifer, engbrüstiger und an Gewicht leichter als die andern Wehrpflichtigen. Von einer reinen Rasse kann aber nicht die Rede sein; das Aussehen wechselt vom deutlichen jüdischen Typus durch alle Abstufungen bis zur völligen Verwischung der Merkmale.

Im letzten Abschnitt des Buches werden die Resultate neuer Beobachtungen an Mittelschülern mitgeteilt[2]). Die ungefähr 18jährigen Mittelschüler überragen in der durchschnittlichen Körpergröße die 20jährigen Wehrpflichtigen beträchtlich. Die Mittelschüler sind langköpfiger als die Wehrpflichtigen, insbesondere die stadtgeborenen Mittelschüler auch langköpfiger als die stadtgeborenen Wehrpflichtigen. **H. E. Ziegler** (Jena).

[91]

Aëriale Biologie.

Anregung durch Dr. phil. Othm. Em. Imhof.

Die Aëronautik ist schon so weit vorgerückt, dass sie auch in den Dienst der Zoologie treten könnte.

Wir wissen, dass ganze Wolken von Insekten, z. B. Formiciden von größeren Formen in ansehnliche Höhe steigen und da wäre es sehr erwünscht, wenn Luftschwebnetze auf die Luftreisen mitgenommen würden, um die verschiedenen Luftregionen auf solche und kleinere vom auf der Erde gehenden Beobachter nicht erkennbare Insekten zu erforschen. Ich glaube, dass wie in der pelagischen Fauna außer den größeren Entomostraken und die den neueren Entdeckungen angehörenden pelagischen Rotatorien und Protozoen in der Luft außer den bekannten Aves, mehrere Abteilungen der Insekten zum Teil noch gänzlich

1) Obgleich ich die Ammon'sche Erklärung nicht angreifen will, kann ich doch nicht unerwähnt lassen, dass vielleicht auch eine andere Erklärung der relativen Langköpfigkeit der Städter möglich ist. Da die Städter durchschnittlich größer und schmalbrüstiger sind als die Landleute, das städtische Leben also den ganzen Wuchs beeinflusst, könnte es vielleicht auch einen Einfluss auf den Kopfindex gewinnen, indem eine physiologische Korrelation zwischen den genannten Merkmalen bestehen mag.

2) Seine älteren Beobachtungen an Gymnasiasten hat der Verf. schon in einer früheren Publikation veröffentlicht (Die natürliche Auslese beim Menschen, Jena 1893).

Digitized by Google

unbekannte Repräsentanten und wiederum in kaum zählbaren Individuenmengen ein vorwiegend aëriales Leben führen.

Die Ergebnisse der Zugstraßenforschung der Aves dürften als erste Wegleitung zu solchen biologischen Studien über Wirbellose der Atmosphären: *Diptera*, Tipuliden, Tabaniden und andere *Brachycera*; *Hymenoptera* und *Coleoptera*, Staphyliniden dienen.

W. v. Bechterew, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark.

Ein Handbuch für das Studium des Aufbaues und der inneren Verbindungen des Nervensystems. Deutsch von Richard Weinberg. Zweite, völlig umgearbeitete und stark erweiterte Auflage. Mit 599 Textabbildungen u. 1 farbigen Tafel. Gr. 8. XI und 692 Seiten. Leipzig, Arthur Georgi, 1899. Preis 17 Mk.

Die Lehre vom Aufbau des Nervensystems und insbesondere von den Leitungsbahnen im Centralnervensystem hat Dank den Bemühungen zahlreicher Forscher und neuer Methoden der Untersuchung einen großen Aufschwung genommen. Forscher fast aller Nationen sind an den Fortschritten beteiligt, nicht am wenigsten der Verfasser dieses Handbuches selbst, aus dessen mit der psychiatrischen und Nervenklinik zu St. Petersburg verbundenem Laboratorium eine große Zahl wichtiger Arbeiten, teils von ihm selbst, teils unter seiner Leitung ausgeführt, hervorgegangen sind. Eine übersichtliche Darstellung des bisher als sicher Erkannten und der noch zu ermittelnden Thatsachen aus so berufener Feder wird Vielen willkommen sein.

Die jetzt in zweiter Auflage vorliegende deutsche Ausgabe, von dem sachkundigen Assistenten des anatomischen Instituts zu Dorpat besorgt, hat den Vorzug, nicht nur eine reine Uebersetzung der neuen Auflage des russischen Originals zu sein; sie enthält auch neue wertvolle Beiträge des Verfassers über die seitdem publizierten Arbeiten und über neue Untersuchungen aus seinem Laboratorium.

Es kann nicht die Aufgabe dieser Anzeige sein, über den reichen Inhalt des Buches im Einzelnen zu berichten. Wir müssen uns begnügen, auf dasselbe die Aufmerksamkeit derer zu lenken, welche der Gegenstand interessiert. In 7 Abschnitten bespricht der Verf. die Untersuchungsmethoden, die Leitungsbahnen des Rückenmarks, des Hirnstamms, des Kleinhirns, des Endhirns, sodann die Leitungseinrichtung im Nervensystem im allgemeinen, endlich giebt er eine Gesamtübersicht der Leitungsbahnen im Centralnervensystem. Den Abschnitten II bis VI sind Litteraturzusammenstellungen angehängt, am Schluss noch eine 34 Seiten umfassende bibliographische Uebersicht. Ein sorgfältig gearbeitetes Register erleichtert die Benutzung des Werkes als Nachschlagebuch.

Bei der theoretischen Erörterung der Ergebnisse stellt sich der Verf. durchaus auf den Boden der Neuronenlehre, betont, dass der Nervenzelle in allen ihren Teilen, also auch den Protoplasmafortsätzen Leitungsfähigkeit und zwar nach beiden Richtungen zugesprochen werden müsse. Was die Uebertragung der Erregung von einem Neuron auf ein andres anlangt, so nimmt er, in Uebereinstimmung mit Golgi u. a. an, dass kein unmittelbarer Kontakt stattfinde. Danach wäre die Uebertragung als eine Fernwirkung aufzufassen. Ref. glaubt, dass die Zeit noch nicht gekommen sei, über diese Frage ein endgiltiges Urteil abzugeben. P. [105]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIX. Band. **1. Dezember 1899.** **Nr. 23 u. 24.**

Titel, Inhaltsverzeichnis und Register werden am 15. Dezember ausgegeben werden.

Inhalt: **Schlater**, Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre (4. Stück u. Schluss). — **Klebs**, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. — **Elmer u. Fickert**, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen. — **Krüger**, Ueber die Entwicklung der Flügel der Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer. — **Knauthe**, Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter. — **Oppenheimer**, Toxine und Schutzstoffe. — **Wilms**, Die Mischgeschwülste, Heft 1. Die Mischgeschwülste der Niere. — **Rieder**, Atlas der klinischen Mikroskopie des Harnes. — Berichtigung.

Der gegenwärtige Stand der Zellenlehre.

Kritische Studie.

Von Dr. **Gustav Schlater**.

(4. Stück u. Schluss.)

VII.

Mit wenigen Worten muss ich einen Punkt berühren, welcher in den vorigen Abschnitten unberücksichtigt geblieben ist, und eine wichtige Frage streifen, was im Interesse der Klärung des dadurch hervorgerufenen scheinbaren Widerspruches geschehen muss. Diesen Widerspruch werden die Leser schon bemerkt haben. Wir müssten nämlich jene hypothetischen, dem Auge und der Erforschung unzugänglichen Elementareinheiten, von denen die Biologen träumen, in Einklang bringen mit den sozusagen körperlichen, dem Auge und der Erforschung vollkommen zugänglichen lebendigen Einheiten, mit den Körnern oder Bioblasten, auf welche die Morphologen unsere Aufmerksamkeit lenken. Der streng logische Gedankengang hervorragender Biologen führte dieselben zu einem einmütigen Geständnis, dass nämlich die kardinalen Lebensäusserungen, in ihrer denkbar einfachsten Form, an kleinste unsichtbare selbständige Teilchen lebendiger Substanz gebunden sein müssten, welche von jedem der Biologen mit einem anderen Namen belegt wurden. Diese Teilchen sind unseren heutigen Untersuchungsmethoden unzugänglich; sie sind die elementarsten Träger des Lebens; aus ihnen wird die lebendige Substanz der Zelle aufgebaut. Anderer-

Digitized by Google

seits zeigt uns eine Reihe von Forschungen, deren Zahl freilich noch sehr gering ist, dass jene elementaren lebendigen Einheiten, in die wir gezwungen sind den zusammengesetzten Organismus der Zelle zu zerlegen, Elemente darstellen, welche in der Zelle morphologisch differenziert sind. Diese Strukturelemente sind mit dem bewaffneten Auge zu sehen und unserer wissenschaftlichen Erforschung in jeder Beziehung zugänglich. Diese Elemente sind jene Granula und Mikrosomen, von denen schon die Rede war; aus einer Summe und verschiedenartiger Combination derselben wird die Zelle aufgebaut, gleich wie der vielzellige Organismus aus Zellen besteht. Das Geständnis der Biologen ist eine unbedingte Notwendigkeit, ohne die wir keinen Schritt weiter zu thun im Stande sind. Die Angaben genannter Morphologen, obschon von den meisten zeitgenössischen Forschern noch nicht anerkannt, haben eine Reihe direkter und eine ganze Masse indirekter Beweise zu ihren Gunsten, und werden in der kürzesten Zeit, ich bin dessen überzeugt, auch von der Wissenschaft sanktioniert werden. Wie soll man sich nun aber das gleichzeitige Zusammenbestehen zweier von einander grundverschiedener Elemente mit vollkommen gleichen Rechten vorstellen, welche nur das Eine gemeinsam haben, dass an sie die kardinalen Lebensäusserungen gebunden sind. Uns auf den Standpunkt der Biologen stellend, müssten wir den Granulis und Mikrosomen ihre Rechte absprechen; und andererseits, diese letzteren als körperliche Lebenseinheiten anerkennend, sind wir gezwungen uns von den hypothetischen Elementen loszusagen. Wie ist das zu vereinbaren, wie ist das zulässig?

Um diesen scheinbaren Widerspruch zu klären, wollen wir in unserer Betrachtung vom Granulum oder vom Mikrosoma, als von der zweifellosen morphologischen lebendigen Einheit, d. h. vom Bioblast, ausgehen. Eine Reihe von schon vorliegenden Litteraturangaben und Hinweise lassen vermuten, dass wir in den Bioblasten schon eine gewisse Differenzierung und Spezialisation der kardinalen Lebensäusserungen antreffen, wobei diese Spezialisation in einigen Fällen eine ziemlich augenscheinliche ist. Ich weise nur auf die sogen. fuchsinophilen Granula und auf die Kernkörperchen hin. Folglich müssen wir von der Annahme ausgehen, dass in den Bioblasten die kardinalsten Lebensäusserungen nicht nur in ihrer denkbar einfachsten Form erwacht sind, sondern dass die Stärke und Energie der verschiedenen Lebensleistungen nicht gleichmäßig entwickelt sind. In den Bioblasten hat also das Leben schon einen grossen Schritt vorwärts gethan, indem die Gleichwertigkeit der Kraft und Energie der einzelnen Lebenseigenschaften schon zerstört ist. Diese oder jene der elementaren Lebenseigenschaften hat sich schon im Bereiche des Bioblasten in ihrer Entwicklung von den übrigen differenziert, in einigen Fällen sich sogar zu einer besonderen spezifischen Funktion entwickelnd. Der Bioblast

Digitized by Google

stellt also den ersten phylogenetischen Schritt der funktionellen Spezialisation elementarer Lebenseigenschaften im Bereiche seiner selbst dar. Darauf fußend können wir, um logisch zu sein, auch den Bioblast nicht für eine unteilbare morphologische Einheit halten, sondern für eine Einheit, welche vielmehr die wirklichen, letzten unteilbaren elementarsten Struktureinheiten der lebendigen Substanz in sich birgt. Diese weiter unteilbaren Eigenschaften nun müssten nur die kardinalsten Lebenseigenschaften in ihrer denkbar elementarsten Form und in einer gleichmäßigen Entwickelung enthalten. Diese Elemente sind der allererste Schritt der Phylogenese überhaupt. In ihnen ist das organisierte Leben zuallererst erwacht, noch ohne jegliche Spur von Differenzierung und Spezialisation. Diese Elemente sind unserer Erforschung noch nicht oder sehr wenig zugänglich; wir sehen sie nicht, sind jedoch gezwungen, ihre reale Existenz anzuerkennen. Nun ist es nicht schwer sich vorzustellen, dass diese Elemente identisch sind mit den sogen. Molekülen, Idioblasten, Biophoren, Biogenen, Plasomen u. dgl. Elementen der Biologen. Dieser Standpunkt, welcher nebenbei gesagt vollkommen logisch ist, gleicht vollkommen den in Frage stehenden Widerspruch aus. Der theoretische Gedankengang der Biologen reißt sie mit sich fort über die Grenzen der Gegenwart. Sie sprechen von den weiter unteilbaren elementarsten Einheiten, während sie die zwischen diese Elemente und die Zelle eingeschalteten Zwischenglieder, welche sichtbar und unserer Erforschung zugänglich sind, d. h. die Bioblasten, noch nicht anerkennen. Meinen Gedanken formuliere ich folgendermassen. Die Granula und Mikrosomen, d. h. die Cytoblasten (Bioblasten), sind morphologische und biologische Einheiten niederer Ordnung; aus einer vielgestalteten Kombination und Differenzierung derselben ist die Zelle zusammengesetzt. Der Bioblast seinerseits ist auch ein zusammengesetztes Element, welches aus den schon weiter unteilbaren, elementarsten Struktureinheiten der lebendigen Substanz aufgebaut ist, in welcher das organisierte Leben phylogenetisch seinen ersten Schritt gethan hat. Diese elementarste Einheit bildet die letzte Grenze jeglichen morphologischen und biologischen Teilvermögens der lebendigen Substanz. In dieser denkbar elementarsten Einheit ist der Uebergang von der todten Eiweißmolekel zur lebendigen organisierten Molekel verwirklicht. Der Bioblast ist unserer Erforschung heutzutage schon vollkommen zugänglich, während die unsichtbare elementarste Struktureinheit der lebendigen Substanz vorläufig fast ausser dem Bereiche unserer realen Erkenntnis liegt.

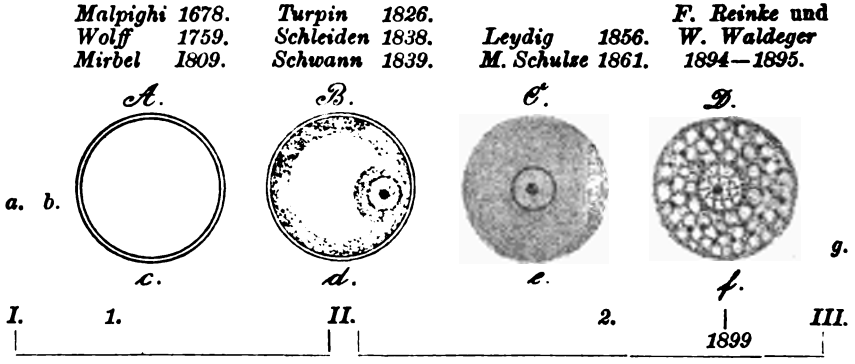
Digitized by Google

In eine weitere theoretische Analyse dieser letzten Einheiten werde ich mich hier natürlich nicht einlassen, erstens, weil diese Frage ausser dem Bereiche meiner Studie liegt, zweitens, weil die heutigen Repräsentanten der biologischen Forschung nicht einmal die Bioblasten anerkennen wollen, deren Rechte von einer ganzen Reihe von Thatsachen vertreten werden. Wie soll man sich in Anbetracht dessen in eine Diskussion über die letzten elementarsten Einheiten einlassen? Es sei darauf hingewiesen, dass ich den in diesem Abschnitte skizzierten Gedanken schon vor vier Jahren entwickelt habe. (Siehe mein Buch: Die neue Richtung in der Morphologie der Zelle und ihre Bedeutung für die Biologie. St. Petersburg; 1895, Seite 67—69. Russisch.)

VIII.

Alles was ich in den vorhergehenden Abschnitten von den wissenschaftlichen Metamorphosen der Zelle gesprochen, fasse ich jetzt in wenigen Worten zusammen und versuche es graphisch in Form eines Schemas auszudrücken, welches uns deutlich zeigen wird 1) die historische Entwickelung der Zellenlehre bis auf unsere Tage, und 2) die Entwicklung der allgemein anatomischen Vorstellungen oder der Vorstellungen von der sozusagen morphologischen Natur der Lebewesen überhaupt, welche Vorstellungen mit der Zellenlehre eng verflochten sind. Dieses Schema ist in vorliegender Abbildung dargestellt.

Fig. 2.



Die Leser werden wahrscheinlich sehen, dass den Kern dieser Zeichnung das im Abschnitte II wiedergegebene Schema von M. Duval ausmacht. Ohne das schon besprochene zu wiederholen erinnere ich nur daran, dass die Fig. A. jene Periode der Entwicklung der Zelle darstellt, wo von einer sogen. Zellentheorie noch keine Rede war, wo man aber die Zelle deutlich sah und als das Strukturelement der Organismen unterschied. Man unterschied deutlich die Hülle der Zelle, ohne von ihrem Wesen und biologischer Bedeutung eine Ahnung zu haben. Diese Periode ist mit den Namen Malpighi-Wolff-Mirbel

Digitized by Google

(1678—1826) verknüpft. Fig. B. zeigt uns jene Periode (die zweite), als man schon von einer Zellen-Theorie zu sprechen anfing, als die Zelle als selbständige morphologische Einheit der Organismen anerkannt wurde, und als sie schon in bestimmte Formen mit einem bestimmten Inhalt gekleidet wurde. Diese mit den Namen Turpin-Schleiden-Schwann eng verknüpfte Periode zieht sich vom Jahre 1826—1856 hin. Und endlich die dritte, durch die Namen Leydig-M. Schulze gekennzeichnete Periode der Entwickelung der Vorstellungen von der Zelle, ist durch Fig. C. angedeutet, und ist hauptsächlich dadurch charakterisiert, dass der Begriff der Zelle präcise formuliert wurde. Die Zelle wurde anerkannt als eine vollkommen selbständige morphologische sowie auch biologische elementarste Einheit, als ein Partikelchen oder Klümpchen lebendiger Substanz, als ein Teilchen „Protoplasma". Es wurde die Identität des pflanzlichen und tierischen „Protoplasmas" festgestellt, und die Existenz freilebender Zellen in Gestalt des unermesslichen Reiches der Protozoa bewiesen. Mit dieser Periode (C.) ist das Schema von M. Duval erschöpft, dessen Lehrbuch erst vor zwei Jahren erschien. Weiter als diese Periode geht auch keines der neuesten und ausführlichsten Werke; und mit dieser dritten Periode, mit der von M. Schulze gegebenen Formel, scheint, wenigstens nach den neuesten Lehr- und Handbüchern zu urteilen, der heutige Stand der Zellenlehre zu schließen. Weiter scheint sich die Zellenlehre zu keiner neuen Periode entwickelt zu haben. Allein alles im Vorhergehenden Auseinandergesetzte zeigt uns mit grösster Augenscheinlichkeit die ganze Unhaltbarkeit dieses Standpunktes, und wie wenig derselbe dem gegenwärtigen Standpunkte der Frage entspricht, wie sie sich auf Grund der ganzen unermesslichen Zellenlitteratur wiederspiegelt. Vorallererst sind wir gezwungen, noch eine vierte Periode der Entwickelung der Zelle zu verzeichnen, wobei diese Periode schon jetzt ziemlich deutlich und scharf hervortritt, und deren Anfang man schon einige Jahre zurück verfolgen kann. In dieser Periode befinden wir uns jetzt, und sie wird sich weiter entwickeln und sich in der schon jetzt angedeuteten Richtung mit Thatsachen bereichern. Im Abschnitte III habe ich diese letzte Periode, welche ich durch die Namen F. Reinke-W. Waldeyer kennzeichne, deutlich genug charakterisiert. Der theoretische Inhalt dieser Periode ist in ein paar Worten folgender. Das Klümpchen oder Partikelchen lebendiger Substanz oder Protoplasmes der dritten Periode hat sich in eine ganze Reihe selbständiger lebendiger Substanzen, oder sagen wir Protoplasmen, geteilt, welche von einander in morphologischer, physiko-chemischer und funktioneller Hinsicht differenziert und als bestimmte Strukturelemente zu erkennen sind, welche durch ihre gegenseitigen Beziehungen und topographische Verteilung im Bereiche der Zelle alle die unter dem Mikroskope sichtbaren Zellstrukturen

ausmachen. Die Zelle ist folglich kein Klümpchen oder Partikelchen lebendiger Substanz oder „Protoplasmas", sondern ein ganzes Aggregat, eine Symbiose mehrerer selbständiger lebendiger Substanzen oder Protoplasmen, welche in ein biologisches Ganzes vereint sind. Es ist also vollkommen klar, dass wir der dritten Periode des Duvalschen Schemas (und der neuesten Werke überhaupt), aus welcher wir schon herausgewachsen sind, eine neue, vierte Periode von der Entwickelung der Vorstellungen von der Zelle anreihen müssen. In dieser Periode, welche durch Fig. D. veranschaulicht wird, befindet sich die Wissenschaft gegenwärtig.

Jetzt versuche ich es, von einigen theoretischen Zusammenstellungen ausgehend, auf die innigste Gemeinschaft hinzuweisen, welche zwischen der Zellenlehre und der Entwickelung allgemein anatomischer Vorstellungen vom Wesen der Organismen überhaupt besteht, und einige höchst interessante daraus resultierende Schlussfolgerungen zu ziehen. Mit *a* habe ich die allererste Periode unserer Kenntnisse von den Organismen bezeichnet, jene Periode, wo jeder Organismus, sogar der allerkomplizierteste, eine unteilbare Einheit darstellte und wo noch nicht einmal die wissenschaftlichen Begriffe von den gröbsten anatomischen Teilen des Organismus, von den Organen und Geweben existierten. Mit *b* ist die zweite Periode der Entwickelung der Anatomie angedeutet, welche man mit Bichat's Namen verknüpfen kann, und welche dadurch charakterisiert ist, dass der Begriff der Gewebe streng wissenschaftlich aufgestellt wurde. Die nächstfolgende Periode der Entwickelung der Anatomie, welche mit *c* angegeben ist, ist genetisch in Eins verbunden mit der ersten Periode (*A*) der Entwickelung der Zelle. Die darauffolgenden Perioden habe ich mit *d*, *e*, *f* vermerkt. Indem wir nun zur Periode *a* zurückgreifen, sehen wir, dass dieselbe der Anfang der ersten großen Epoche der Lehre von den Organismen ist, wo sogar der Mensch eine weiter unteilbare biologische Einheit darstellte. Die Lebewesen waren noch nicht in Protozoa und Metazoa eingeteilt. Nachdem die erste Epoche (auf der Zeichnung mit *I* angegeben) auf dem Wege ihrer weiteren Entwickelung zwei große Umwälzungen erlebt hatte, welche als besondere Perioden (*b* und *c*) gekennzeichnet sind, fand sie ihren Abschnitt in der vierten Periode *(d)*, welche gleichzeitig der Anfang, d. h. die erste Periode der zweiten großen Epoche ist (*II*). Diese zweite große Epoche ist dadurch charakterisiert, dass der vielzellige Organismus aufhörte eine unteilbare biologische Einheit vorzustellen. Jene morphologischen Einheiten (die Zellen), welche ihn ausmachen, und welche schon früher von Vielen gesehen wurden, wurden als biologische Einheiten niederer Ordnung anerkannt, wobei sie ihrerseits auch als weiter unteilbare elementarste Einheiten angesehen wurden. Alle Lebewesen

Digitized by Google

wurden in zwei große Typen eingeteilt, in Protozoa oder einzellige, und in Metazoa oder vielzellige Organismen. In dieser zweiten Epoche machte man sich an die Erforschung der Zelle, und der vielzellige Organismus wurde als Association dieser Einheiten untersucht. Unsere weiteren, immer progressiv sich vervollkommnenden Kenntnisse erlebten im Verlauf dieser Epoche auch zwei große Reformen (wie in der ersten), welche ebenfalls zwei selbständige Perioden bilden (*e* und *f*). In der zweiten von ihnen, d. h. in der dritten Periode der zweiten Epoche, befinden wir uns gegenwärtig. Schon die Analogie mit der ersten Epoche, wo auf die dritte Periode eine vierte (*d*) folgte, welche gleichzeitig die erste Periode der in Frage stehenden zweiten Epoche ist, weckt in uns die Vermutung, dass auf die Periode, deren Zeitgenossen wir gegenwärtig sind, eine vierte Periode der zweiten Epoche folgen muss, wobei diese vierte, höchstwahrscheinlich in allernächster Zukunft zu erwertende Periode gleichzeitig der Anfang sein wird einer neuen, dritten Epoche. Auf der Zeichnung habe ich diese Zukunftsperiode (*g*) durch ein Granulum angedeutet. Wenn wir nun uns jetzt Alles ins Gedächtnis rufen, was in den vorhergehenden Abschnitten gesagt worden ist, und uns gleichzeitig die ganze Masse der gegenwärtigen Kenntnisse von den Zellkörnelungen vergegenwärtigen, so wird es uns vollkommen klar, und wir müssen dessen vollkommen bewusst werden, dass wir sozusagen vor dem Morgenrot jener nahen Periode stehen, wo die Zelle gänzlich aufhören wird eine unteilbare Einheit zu sein; wo das Körnchen oder der Cytoblast als elementare Einheit der organisierten Welt anerkannt wird, eine, wie morphologische, so auch biologisch selbstständige Einheit. Gleichzeitig wird die Existenz selbständiger und in der Natur freilebender Organismen bewiesen, ich bin dessen überzeugt, welche nur einem einzigen Körnchen, einem Cytoblasten, gleichwertig sind. Wir befinden uns, sage ich, vor dem Morgenrot jener Reform in der Biologie, jener dritten Epoche derselben, wo man an die Erforschung des Bioblasten herantreten wird, als der elementaren unteilbaren morphologischen Einheit, gleichwie man in der ersten Epoche den vielzelligen Organismus als unteilbare Einheit erforschte, und in der zweiten Epoche — die Zelle. Es wird, mit anderen Worten, jene Periode der Biologie eintreten, wo die Zelle von Allen als ein in jeglicher Beziehung zusammengesetzter Organismus anerkannt werden wird, gleichwie am Anfange der zweiten Epoche der vielzellige Organismus in Zellen zerfiel. Allein, ich werde unserem reellen, factischen Wissen nicht vorauseilen; ich bemerke nur, dass das von mir entworfene Schema uns die Möglichkeit giebt, sogar den Weg der weiteren Entwickelung der Biologie anzudeuten, natürlich nur in den allergröbsten Zügen.

Ein Blick auf dieses Schema zeigt uns deutlich, erstens, dass die Entwickelung der Zellenlehre, wie ich schon angedeutet, mit dem Ent-

Digitized by Google

wickelungsgange unserer Kenntnisse vom Bau und Wesen der Organismen überhaupt genetisch verbunden ist, und zweitens, dass auf diesem Wege ihrer Entwickelung die Biologie periodisch drei, oder sagen wir aus Vorsicht zwei, Epochen durchlebt, deren allgemeine Charakteristik eine fast vollkommen gleiche ist. Indem die nachfolgende Epoche von analogen allgemeinen Annahmen ausgeht, und zu ihrem Kern- oder Ausgangspunkte eine morphologische und biologische Einheit niedrigerer Ordnung hat als die vorhergehende Epoche, macht sie fast vollkommen dieselben (der Anzahl nach vier) Phasen (Perioden) der Entwickelung durch. Es wiederholt sich vollkommen derselbe Entwickelungsgang des wissenschaftlichen Gedankens, vor welchem sich neue Horizonte eröffnen; es wiederholt sich dieselbe Stagnation; dieselbe Blindheit der erdrückenden Masse beweiskräftiger Thatsachen gegenüber; dassselbe Sichfortreißenlassen und Abschweifen auf noch unerforschte Gebiete; dieselben Irrtümer und Combinationsfehler. Indem wir gegenwärtig sozusagen die letzten Tage der zweiten Epoche der Entwickelung der Biologie durchleben, haben wir die beste Möglichkeit, aus ihrer Vergangenheit genug Hinweise und Belehrung zu schöpfen, um uns in der Zukunft vor unnützen Irrtümern zu schützen; um unsere Augen nicht bewusst Thatsachen gegenüber zu schliessen, und uns mit mehr Objektivität und Verständnis dieser oder jener Frage gegenüber zu verhalten.

Indem ich diesen Abschnitt schließe, kann ich nicht umhin, noch eine Frage zu berühren, welche zeigt, dass auch die Phantasien, als welche vielleicht Manche meine Auseinandersetzungen ansehen werden, ihre Grenze haben. Es ist nämlich klar, dass die Periode *a* unseres Schemas überhaupt die allererste Periode der wissenschaftlichen Erkenntnis der Organismen war. Vor dieser Periode gab es keine Wissenschaft von den Organismen, und wir können uns dieselbe auch nicht vorstellen. Vor dieser Periode gab es nur eine passive Betrachtung. Die Periode *a* war der erste Schritt der Wissenschaft, welche ihre Erforschung mit den allerkompliziertesten Organismen begann. Ueberspringen wir jetzt in Gedanken alle die von der Biologie durchlebten Perioden und die gegenwärtig zu Ende gehende Epoche, und versetzen wir uns in die Periode der Zukunft, wo von allen jene elementarste, weiter unteilbare Struktureinheit lebendiger Substanz anerkannt sein wird, in welcher der erste Strahl des organisierten Lebens aufblitzte. Diese Periode wird die Endperiode der Biologie sein: Eine weitere morphologische und biologische Teilbarkeit der lebendigen Substanz wird unmöglich sein. Diese elementarste Einheit wird in Wirklichkeit weiter unteilbar sein. Dieses ist vollkommen begreiflich, wenn wir uns nur vergegenwärtigen, dass diese Einheit eine Eiweißmolekel vorstellen wird, dabei eine allerkomplizierteste Eiweißmolekel, oder sogar ein ganzes System von

Digitized by Google

Eiweißmolekeln, in welchem, unter dem Einflusse uns vorläufig vollkommen unzugänglicher Bedingungen, jene physiko-chemischen oder molekulären Veränderungen vor sich gegangen sind, als deren Resultat die ersten Zeichen jener höchsten und kompliziertesten Aeußerung der Substanz und der physikalischen Gesetze waren, die wir Leben nennen. In der unteilbaren elementarsten Einheit lebendiger Substanz hat die Natur den Uebergang vom unorganischen Leben zum organischen, vom toten zum geistigen Leben verwirklicht.

IX.

Im vorliegenden Abschnitte muss die Frage berührt werden, in welchem Zusammenhange die festgestellten Fortschritte und der status praesens der Zellenlehre mit der Medizin stehen, d. h. ob diese Lehre irgendwelchen Einfluss auf diesen Zweig angewandter Wissenschaft auszuüben im Stande ist, und ob sie im Stande ist einer weiteren, mehr oder weniger fruchtbringenden Entwicklung der Heilkunst förderlich zu sein, ob sie mit einem Worte tähig ist, einen unmittelbaren, sozusagen, praktischen Nutzen zu bringen? Abgesehen davon, dass für einen geringen Teil der Aerzte diese Frage keiner Beweise bedarf, bleibt für die große Mehrzahl derselben ein derartiges Thema nur eine Exkursion ins weite Gebiet der reinen Wissenschaft, welche mit ihrer eigentlichen Thätigkeit in keinem Zusammenhange steht. Einen augenscheinlichen Beweis zu Gunsten des direkten Nutzens der Zellenlehre am Krankenbette zu liefern, ist natürlich ungemein schwer. Ueberhaupt stehen die biologischen Wissenschaften in dieser Hinsicht unter viel ungünstigern Bedingungen, als die physiko-chemischen. Während hier, was diese letzteren anbelangt, fast jedes Moment unseres socialen Lebens als Beweis des mächtigen Einflusses dieser Wissenschaften aufs Leben dienen kann, und ein jeder Schritt im Leben ihre direkte Einwirkung auf unsere Kultur kund thut, — üben die der unsrigen analogen Fragen ihren Einfluss unbemerkt aus, allmählich, ohne besondere äußere Erscheinung; ihre Rolle ist eine bescheidene: Indem sie eine nicht zu unterschätzende Bedeutung in der historischen Evolution des menschlichen Geistes haben, appellieren sie in den meisten Fällen nicht auf eine Anerkennung von Seiten dieses menschlichen Geistes, besonders in Anbetracht einer deutlichen Neigung desselben, sich in ein Chaos rein abstrakter Spekulationen einzulassen, vergessend, dass nur die reale, sozusagen körperliche Wirklichkeit der Quell des Naturerkennens überhaupt, so auch des Selbsterkennens ist. Allein wir müssen zu unserem Ausgangspunkt zurückgehen. Ich werde mich darauf beschränken, nur auf einige, meiner Meinung nach besonders beweiskräftige Momente aus der gegenwärtigen Entwicklung der Medizin hinzuweisen, welche es mehr oder weniger gestatten, dieselben mit der Zellenlehre zu verknüpfen und deren weitere Entwicklung in engster genetischer Abhängigkeit von der weiteren Entwicklung dieser Lehre steht.

Fast Alle erkennen den großen Nutzen an, welchen die sogen. medizinische Bakteriologie gebracht hat und noch in Zukunft verspricht, dieser eigenartige, ausschließlich auf medizinischem Boden entstandene Zweig der Biologie, welcher sein ganzes Augenmerk nur auf eine verhältnismäßig kleine Gruppe bakterischer Formen gerichtet hat, nämlich für den tierischen Organismus pathogener Formen. Die bakteriologische Richtung ist einer der Hauptcharakterzüge der gegenwärtigen Medizin. Die den pathogenen Mikroorganismen, verschiedenen Fragen

Digitized by Google

der Immunität, des Kampfes des Organismus mit diesen mikroskopischen Feinden, den Fragen der toxischen, baktericiden und anderen Eigenschaften des Blutes, gewidmete Litteratur ist eine so unermessliche, und die beschriebenen Thatsachen und ausgesprochenen Ansichten sind öfters so widersprechend, dass es unmöglich ist, eine vollkommen klare und richtige Vorstellung zu gewinnen, ohne sich auf eine zeitlang einer speziellen Erforschung dieses Gebiets der Biologie zu widmen. Es schien die alte Humoraltheorie, obgleich natürlich in einer verjüngten und den Forderungen der gegenwärtigen Wissenschaft angepassten Form, erwacht zu sein, welche den Organismus selbst nur als indifferentes Medium ansah, in welchem die verschiedensten Mischungen verschiedener Krasen vor sich gingen. Allein, ungeachtet dessen, dass sogar in der allerletzten Zeit einzelne Forscher den Standpunkt der reinen Humoraltheorie zu verteidigen scheinen, kann man die Thatsache nicht verkennen, dass alle hierher gehörende Fragen behandelnde wissenschaftliche Forschungen uns schließlich zur Zelle führen. Alle mannigfachen Arten der Reaktion und des Kampfes des Organismus mit den Mikroorganismen und deren Toxinen sind an die Gewebe gebunden, an die Formelemente des Organismus, d. h. an die Zellen. Die Hauptrolle in dieser Hinsicht gehört den Elementen einiger parenchymatöser Organe, den epithelialen Zellen der Kapillaren und den weißen Blutzellen. Ob nun der Organismus mit Hilfe dieser Elemente aktiv kämpft, oder ob er mit Hilfe der von diesen Elementen erzeugten giftigen Stoffen, oder Antitoxine, reagiert, die Bedingungen des Kampfes, sein Gang und seine Dauer, stehen immer in einem direkten genetischen Zusammenhange mit dem physiologisch-pathologischen Zustande des Organismus selbst, d. h. seiner Zellen. Durch eine ganze Reihe von Arbeiten ist der unermessliche Einfluss dieser oder jener Abweichungen vom physiologischen, wenn man sich so ausdrücken darf, Gleichgewichte des Organismus auf die Immunität und auf die Energie der Zellen, auf diese oder jene und auf das Vermögen auf diese oder jene Art auf die Infektion hin zu reagieren, bewiesen. Folglich stellt es sich immer augenscheinlicher heraus, dass gerade auf die Gewebszellen unser erstes und hauptsächliches Augenmerk gerichtet sein muss, bei Erforschung und bei der Analyse aller möglichen Bedingungen des Kampfes mit der Infektion, der Aenderung des Immunitätszustandes, der Aenderung der baktericiden Eigenschaften u. s. w. Allein, am Krankenbette scheinen die Aerzte das alles öfters außer Acht zu lassen. Die Hingabe an die feinen und sogar hübschen bakteriologischen Untersuchungsmethoden ist zuweilen eine so große, dass der Arzt seine Hauptthätigkeit darin zu erblicken scheint, eine Bakterie zu finden und sie in Probiergläschen einzuschließen, gänzlich außer Acht lassend, dass das nur eine der Hilfsmethoden in fraglichen Fällen sein kann. Die Jagd nach den Bakterien lässt unwillkürlich den kranken Organismus selbst außer Acht; zu wenig Aufmerksamkeit schenkt der Arzt demselben in solch einem Falle, indem er bestrebt ist, aus dem Organismus Bakterien zu züchten, auf diese Art die Krankheitsform zu diagnostizieren und erst dann eine mehr entsprechende Therapie anzuwenden. Allein, damit, dass wir glücklich irgend einen elenden Kokken, Stäbchen, oder Komma, ausgeschieden und in Probiergläschen gesperrt haben, haben wir noch weiter nichts gethan, als nur durch einen weiteren Beweis die oft so wie so zweifellose Diagnose gekräftigt. Die pathogenen Mikroorganismen sind in den meisten Fällen einem physiologisch vollkommen das Gleichgewicht haltenden Organismus gegenüber kraftlos; und nur, wenn der aus seinem Gleichgewichte gekommene Organismus selbst sich preisgiebt, entfalten sie ihre ganze

Digitized by Google

Kraft. Was sind das aber für Bedingungen, die den Organismus schwächen; welches sind die unzähligen Kombinationen von Veränderungen in den Organen, in den Geweben, in den Zellen, welche den kompliziertesten, auf der höchsten Stufe der Phylogenese stehenden Organismus der Macht der allereinfachsten, sozusagen die allerersten Schritte der Phylogenese darstellenden Lebewesen anheimgeben? Alle diese Fragen, welche von größter Bedeutung sind, stellen gegenwärtig, man muss gestehen, noch eine fast vollkommene terra incognita dar. Und wenn uns nun die bahnbrechenden Repräsentanten der Physiologie und Pathologie davon zu überzeugen suchen, dass die Grundprozesse des Lebens in ihrer einfacheren Form im engen Volumen der Zelle ihren Sitz haben, und dass eine, wenn auch geringe Erkenntnis der Lebensvorgänge von der Erforschung der Zelle unbedingt abhängig ist, — so scheint es mir vollkommen klar zu sein, wo der Schlüssel zu allen weiteren Forschungen zu suchen sei. Und da scheint es mir denn, dass wenn diese einfachen Wahrheiten in nächster Zukunft von den Aerzten vollkommen bewusst assimiliert werden, dem kranken Organismus selbst mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden, die klinische Beobachtung weiter und tiefer werden, und man es vermeiden wird, sich nur an eine Methode zu halten. Darin erblicke ich aber einen zweifellosen Nutzen und einen nicht zu unterschätzenden Einfluss der gegenwärtigen Cellularbiologie auf die Heilkunst. Man möge nicht denken, dass ich mich mit diesen Worten gegen die Bakteriologie ausgesprochen hätte. Ich bin weit davon entfernt. Ich selbst interessiere mich für dieselbe, ich erkenne vollkommen ihre großen Verdienste an, und glaube, dass wir von ihr noch mehr in der Zukunft erwarten können. Die Bakteriologie hat ihr volles Recht auf ein selbständiges Bestehen bewiesen. Ich spreche mich nur gegen eine Einseitigkeit und gesonderte Stellung der Bakteriologie aus und sage, dass wir nur in dem Falle auf eine fruchtbringende Weiterentwicklung der Bakteriologie hoffen können, wenn ihre Interessen bewusst und untrennlich mit den Lebensbedingungen des Mediums verflochten sein werden, in welchem alle pathologischen Erscheinungen vor sich gehen, d. h. des kranken Organismus und seiner Elemente. Wie wir eben sahen, kommt allmählich die Zelle auf diesem weiten und neuen Gebiete der Biologie zur Geltung; vorläufig noch ziemlich zaghaft; in allernächster Zukunft jedoch, ich bin davon überzeugt, wird sie laut und bestimmt die Anerkennung ihrer Rechte fordern.

Der innigste Zusammenhang zwischen der Bakteriologie und den Gewebszellen wird aber augenscheinlich bewiesen werden, wenn sich nur eine höchst interessante Thatsache, oder ich sage lieber aus Vorsicht Vermutung, als richtig erweist. Vielleicht erweist es sich nämlich, dass ein Teil der pathogenen Bakterien in biologischer Hinsicht nicht vollkommen selbständige Organismen sind, sondern Derivate von Gewebszellen darstellen; dass es Formelemente der Zellen sind, die Körner, oder uns schon bekannten Cytoblasten, welche sich aus der Unterthanschaft der Zelle befreit haben, selbständig geworden sind und unter dem Einflusse dieser oder jener, vorläufig noch vollkommen unbekannter, eingreifender Störungen in den Funktionen der Zelle gewisse veränderte und schädigende Eigenschaften erworben haben. Dieser Gedanke wird vielen auf den ersten Blick etwas merkwürdig erscheinen, besonders wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die in den Verband der Zelle tretenden Cytoblasten (Bioblasten), gleich den im Verbande des vielzelligen Organismus sich befindenden Zellen selbst, nur dann lebendige Elemente sind, wenn sie in einer organischen Verbindung mit der Zelle stehen und der Zelle in physiologischer

Digitized by Google

Hinsicht unterwürfig sind, während sie außer dem Bereiche der Zelle, von ihr gerissen, keiner selbständigen Existenz fähig sind. Jedoch ein Umstand, eine Analogie macht diesen Gedanken einigermaßen zugänglich, und diese Thatsache zulässig. Zuerst bringe ich aber ins Gedächtnis, dass schon Béchamp und Estor, welche in den Zellkörnern, wie wir schon wissen, lebendige Elementarteile der Zelle erblickten, und dieselben mit den Bakterien verglichen, glaubten, dass diese Körner, nachdem sie die Zelle verlassen, frei werden und gewisse Eigenschaften erwerbend, sich in wirkliche Bakterien umwandeln. Die Bakterien sind mit einem Worte Zellkörner, welche sich aus der Zelle befreit haben. Einen gleichen Gedanken sprach Martin aus, welcher die Zellkörner mit den Mikrokokken verglich, und in den letzten Jahren trat Prof. J. Skworzoff mit mehreren Aufsätzen an die Oeffentlichkeit, in denen eigentlich derselbe Grundgedanke durchgeführt wird, wobei die Bakterien als Derivate des Zellkernes bezeichnet werden. Natürlich, in der Form und Verallgemeinerung, in der sich die genannten Forscher geäußert, hält diese Anschauung schwerlich einer Kritik gegenüber stand, und entspricht durchaus nicht dem Thatbestande. Allein, wenn wir diese Frage ihres allgemeinen Charakters berauben, eine Reihe von Einschränkungen machen und darin nur diesen oder jenen Sonderfall erblicken werden, so wird dieser Gedanke vollkommen zulässig, und zwar aus folgendem Grunde. Denken wir an die charakteristischen biologischen Eigenschaften der Zellen, sagen wir, bösartiger Krebsgeschwülste. Allen ist ja die Thatsache wohl bekannt, dass die von ihresgleichen losgerissenen Krebszellen mit dem Lymph- oder Blutstrome in die entferntesten Teile des Körpers gelangen, sich sozusagen auf vollkommen fremden Boden festsetzen, und, sich schrankenlos vermehrend und giftige Stoffe ausarbeitend, zu Ausgangspunkten metastatischer oder sekundärer Neubildungen werden können. Es werden jedoch wenige über diese in biologischer Hinsicht ganz eigenartige Thatsache tiefer nachgedacht haben. Es ist ja bekannt, dass die Zellen des menschlichen Körpers nur dann vollkommen lebensfähig sind, wenn sie in einer innigsten organischen Verbindung mit ihresgleichen stehen, d. h. Gewebe bilden. Greifen sie eine Gewebszelle aus ihrer Association heraus, isolieren sie dieselbe, und sie geht aller ihrer Lebenseigenschaften verlustig; sie stirbt ab. Und wenn auch einige Zelltypen die Fähigkeit besitzen in isoliertem Zustande, unter den normalen nahestehenden Lebensbedingungen, eine gewisse zeitlang ihr Lebensvermögen zu wahren, so sind doch alle ihre Lebensäußerungen merkbar unterdrückt, und werden immer schwächer, bis das Leben ganz erlischt. Ganz entgegengesetzte biologische Eigenschaften zeigt die Krebszelle. Aus ihrem Muttergewebe, aus der entsprechenden Neubildung, aus der Association mit ihresgleichen befreit, behält sie nicht nur ihre Lebensfähigkeit, sondern erwirbt eine ungemein stürmische Vermehrungsfähigkeit, das Vermögen, besondere, giftige Stoffe zu produzieren, und stirbt nicht ab, wenn sie sich irgendwo weit weg vom Muttergewebe unter fremden Elementen festsitzt, sondern übt, im Gegenteil, mit bemerkenswerter Energie ihre vernichtende Einwirkung aus, indem sie fortfährt, sich rapid zu vermehren. Folglich bietet die Krebszelle einen Beweis dafür, dass eine isolierte Gewebszelle ein Maximum der Lebensenergie und Steierung der Lebenseigenschaften bethätigt, obschon dieselben auch radikal verändert sind. Warum sollte man nun nicht annähernd gleiche Eigenschaften den Cytoblasten zuschreiben können? Warum könnte man nicht zulassen, dass in gewissen Fällen und unter dem Einflusse uns noch vorläufig vollkommen unbekannter Ursachen, die aus der Zelle befreiten, isolierten Cyto-

Digitized by Google

blasten, ihre vollkommene Lebensfähigkeit beibehalten, einen gewissen Drang zu einer schrankenlosen Vermehrung und Ausarbeitung sehr giftiger Toxine erlangen können? Man kann zwar entgegnen, dass gegen solch eine Annahme der Umstand entschieden spricht, dass wir im stande sind, diese Gebilde zu isolieren, dass wir sie aus einem Probiergläschen ins andere übersähen, dieselben sozusagen, durch viele Generationen hindurchführen können, und dass sie dabei dennoch ihre Lebensfähigkeit beibehalten. Allein, es ist erstens bekannt, dass die Mehrzahl der pathogenen Bakterien mit jeder folgenden Ueberführung in ein anderes Gläschen allmählich sich morphologisch verändern, degenerieren, ihrer Charaktereigenschaften verlustig gehen und in ihrer pathogenen Wirkung geschwächt werden, oder wie man sagt, ihre Virulenz verlieren. Zweitens, und das ist eine allgemein verbreitete Erscheinung in der ganzen organisierten Welt: je niedriger der Organismus in seiner phylogenetischen Entwicklung steht, desto länger behält er seine Lebensfähigkeit bei; und gerade die meisten pathogenen Bakterien stehen beinahe am Anfange der Phylogenese. Folglich ist diese Möglichkeit vollkommen zulässig, natürlich, und ich wiederhole es, nicht für alle bakterialen Formen, sondern vielleicht nur für einige; vielleicht aber spielen diese den Bakterien ähnlichen Derivate der Zellkörner, neben den wirklichen Bakterien, eine uns noch völlig unbekannte und noch garnicht erforschte Rolle im Organismus. Untersuchungen in dieser Richtung, kann man sagen, existieren noch garnicht; jedoch verschiedene indirekte Andeutungen kann man in der Litteratur genug finden.

Dass eine vielseitige Erforschung der Zelle von wesentlichem Einflusse auf die Medizin sein wird, lässt unter anderem auch die Frage von den malignen Neubildungen voraussetzen. Die dieser Gruppe genannter Krankheitsformen gewidmeten Litteratur ist eine sehr umfangreiche. Solcher Arbeiten, welche von der parasitären Natur dieser Formen und von den Parasiten der Neubildungen allein, hauptsächlich der Krebse, handeln, kann man gegen 300 aufzählen, wobei bemerkt sei, dass der erste Hinweis auf die Parasiten der Krebsgeschwülste im Jahre 1887 geschah. Allein, weder die Versuche, die Histogenese der Neubildungen festzustellen, weder das Suchen nach ätiologischen Momenten, noch die Therapie haben uns bis heute wesentliche oder besonders wertvolle Resultate geliefert. Und es werden noch hunderte von Arbeiten auf diesem Gebiete resultatlos gemacht werden, wenn wir uns nur nicht an die Erforschung der Zelle machen. In dieser Beziehung ist der von Prof. Hauser in letzter Zeit eingenommene Standpunkt, meiner Meinung nach, ein vollkommen richtiger und verdient eine ernste Beachtung. Hauser ist der Ansicht, dass als Anfang der Entwicklung einer Krebswucherung gewisse eingreifende, radikale Veränderungen und Störungen in den Funktionen der Zellen des entsprechenden Gewebes aufzufassen seien. Indem diese Störungen die Lebensenergie der Zellen in hohem Maße steigern, führen sie zu einer vollkommenen Aenderung ihrer Funktionen und biologischen Eigenschaften. Und wenn wir nun die Entwicklung, die Entstehung einer Neubildung verfolgen wollen, wenn wir die Ursachen, die Bedingungen dieser Entwicklung ergründen wollen, um aus diesen Kenntnissen gewisse Anhaltspunkte für eine zielbewusstere und rationelle Therapie zu gewinnen, so muss die Gewebszelle der Ausgangspunkt unserer jeglichen weiteren Forschnng sein. Welches sind jene Ursachen, jene Bedingungen, welche sozusagen der Anstoß zu solch einer Perturbation der biologischen Eigenschaften der Zelle sind; welches sind jene morphologischen und physiko-chemischen Veränderungen in der Zelle, welche zu so bedrohlichen

Digitized by Google

pathologischen Erscheinungen führen? Das Alles ist vorläufig noch fast vollkommen unbekannt. Arbeiten in dieser Richtung haben wir nicht. Und dabei ist das nur der Anfang unserer Erforschung.

Jetzt erwähne ich aber einer wissenschaftlichen Thatsache, welche es uns erlaubt von der Erforschung der Zelle einen direkten Einfluss auf die Therapie zu erwarten. Ich habe die interessanten Untersuchungen der Neuropathologen, Prof. Goldscheider und Dr. Flatau im Auge. Genannte Forscher unterwarfen einer Untersuchung die Veränderungen, welche in den Nervenzellen, hauptsächlich in den motorischen Zellen der vorderen Rückenmarkshörner, vor sich gehen, wobei sie solche Zustände wählten, welche es ermöglichten, auf diesem oder jenem Wege unter dem Mikroskope das allmähliche Wiederverschwinden der morphologischen Veränderungen, sozusagen, die Wiederherstellung des morphologischen Bildes der Nervenzelle ad integrum, zu verfolgen. Sie untersuchten die Nervenzellen nach Vergiftung der Tiere (Kaninchen) mit Malonnitrit (CH—CH^2—CN), mit Tetanusgift, nach künstlichem Ueberhitzen des Tieres im Thermostat bei 43—44° C und nach Amputationen. Nach Einspritzung tötlicher Dosen genannter Gifte in die Versuchstiere, führten sie in den Organismus Stoffe ein, welche als Gegengifte wirken. So nach Vergiftung mit Malonnitrit schwefligsaure Salze, und nach Vergiftung mit Tetanusgift das entsprechende Antitoxin. Das gab ihnen die Möglichkeit, erstens die allmähliche Abschwächung und das Verschwinden der pathologischen Erscheinungen zu verfolgen, und zweitens die damit verbundenen morphologischen Rückbildungen der Nervenzellen, d. h. den allmählichen Uebergang der kranken Zelle in ihren ursprünglichen Zustand. Man muss jedoch sagen, dass nach den Untersuchungen genannter Forscher keine regelrechte Wechselbeziehung oder Parallelismus zwischen den morphologischen Veränderungen der Nervenzellen und ihrer Rückbildung einerseits, und zwischen den krankhaften Symptomen und deren Entwicklung in dieser oder jener Richtung andrerseits, besteht. (Goldscheider u. Flatau, Ueber die Pathologie der Nervenzellen; XII. internationale mediz. Kongress in Moskau, Sekt. f. Nerven- u. Geisteskranke, 1897.) Das ist aber vollkommen begreiflich und war a priori zu erwarten, wenn wir erstens die Einseitigkeit der angewandten mikroskopischen Untersuchungsmethode (die Autoren arbeiteten ausschließlich mit der Nissl'schen Methode), und zweitens, wenn wir den Umstand berücksichtigen, dass ja natürlich nicht die motorischen Nervenzellen der vorderen Rückenmarkshörner allein vom pathologischen Prozesse ergriffen worden sind, sondern dass verschiedene Teile des Nervensystems, wenn auch in verschiedenem Grade, leiden, und auch andere Gewebe des Organismus am Krankheitsprozess beteiligt sind, und dass die Symptome der Krankheitsform und ihr klinisches Bild als Resultat der ganzen Summe der im Organismus vor sich gehenden Veränderungen aufzufassen ist. Die Untersuchungen von Goldscheider und Flatau haben für uns die große Bedeutung, dass sie uns die volle Möglichkeit gewähren, an Tieren experimentierend, nach diesen oder jenen therapeutischen Eingriffen zu suchen, mit deren Hilfe wir eine Rückbildung der im Organismus, d. h. in seinen Gewebszellen, unter dem Einflusse krankheitserregender Momente eingetretenen, pathologischen Veränderungen erzielen können, mit deren Hilfe wir, sozusagen, eine Neutralisation des krankhaften Zustandes des Organismus unter den für ihn denkbar günstigsten Bedingungen, zu erreichen hoffen können. Natürlich ist diese Frage in Wirklichkeit komplizierter, als es scheint. Wenn wir jedoch, überzeugt von der ganzen Tragweite derartiger Untersuchungen, von den ver-

Digitized by Google

schiedensten Standpunkten aus an solche Versuche herantreten, dabei natürlich den ganzen Organismus nicht aus dem Auge lassend; wenn wir mit allen uns zu Gebote stehenden Untersuchungsmethoden alle die Einzelheiten der hierher gehörigen Fragen einer eingehenden Untersuchung unterwerfen, und wenn wir alle erhaltenen Thatsachen und Schlussfolgerungen einer streng logischen Analyse unterziehen werden, — so bin ich dessen vollkommen überzeugt, dass die Medizin einen nicht geringen Nutzen aus derartigen Untersuchungen ziehen wird. Ich habe leider keine Möglichkeit des weiteren bei dieser Frage zu verweilen.

Ich kann nicht umhin die Aufmerksamkeit der Leser auf noch eine Frage zu lenken. Die Frage vom sogen. natürlichen Tode, von der sogen. Greisen-Atrophie, muss, aus begreiflichen Gründen, den Arzt lebhaft interessieren. Dabei muss man gestehen, dass diese Frage zur Zeit noch fast garnicht durchgearbeitet ist, von einigen vollkommen willkürlichen sogen. Theorien abgesehen. In Anbetracht dessen hat ein unlängst erschienener Aufsatz von Prof. J. J. Metschnikoff ein besonderes Interesse („Der gegenwärtige Stand der Frage von der Greisen-Atrophie". Russisches Archiv für Pathologie, klin. Mediz. u. Bakt., Bd. VII, Heft 2, 1899; russisch). Ich spreche an dieser Stelle deswegen von diesem Aufsatze, weil aus seinem Inhalte mit voller Beweiskraft hervorgeht, dass auch in dieser Frage der Biologie die Zelle als Ausgangspunkt jeglichen weiteren Forschens angesehen werden muss. Ich lasse Metschnikoff selbst reden: „Glaubwürdiger ist die Annahme, dass die Greisen-Atrophie als Folge innerer Prozesse in der Zelle aufzufassen sei, als ein gewisser, sich mit dem Alter immer steigender Kampf unter den Gewebselementen. Wir sehen — und das ist eine Haupterscheinung im Alter —, dass hier eine Atrophie der verschiedensten Zellarten vor sich geht, welche durch hypertrophisches Bindegewebe ersetzt werden. In diesem Kampfe tragen die Makrophagen, d. h. die Granulationselemente, welche in Bindegewebe umgewandelt werden, den Sieg über die edleren Elemente unseres Körpers davon. Die tiefe Bedeutung dieses Sieges ist noch lange nicht genügend klargelegt"... „Die Grundlagen des Kampfes ums Dasein unter den Zellen besteht in ihrer Ungleichheit. Alle schädlichen Einflüsse, welche auf den Organismus einwirken, wirken sehr verschieden auf die verschiedenen Gewebselemente ein"... „Wir sehen im Resultat, dass im Organismus neben gegen Gifte sehr empfindlichen Zellen, andere existieren, welche durch eine große Widerstandsfähigkeit ausgezeichnet sind. Unter diesen stehen gerade die Phagocyten ist erster Reihe, welche im Organismus kämpfen und bei der atrophischen Degeneration verschiedene edle Elemente anfallen, an Stelle derer sie Bindegewebe bilden. — Wenn wir uns eine große Masse von Giften während der langen Lebensdauer durch den Organismus hindurchgehend vorstellen, wobei dieselben teils vom Verdauungstraktus aus eindringen, wo sie von unzähligen Mikroben ausgeschieden werden, teils aus anderen Quellen stammend, so werden wir es leicht begreifen, dass die empfindlicheren Zellenelemente viel stärker angegriffen werden, als die indifferenten Phagocyten. Auf diese Art erweist sich das zwischen diesen letzteren und den anderen Zellenelementen hergestellte Gleichgewicht gestört. Die ersteren werden vor allen anderen geschwächt, während die Phagocyten viel länger widerstehen. Das Resultat ist ein Sieg der Phagocyten, welche ihre Gegner vernichten. Da an der Resorption der Gewebe fast ausschließlich die Makrophagen beteiligt sind, so tragen diese Elemente den Sieg davon und werden, dank einer Grundeigenschaft ihrer Natur, in Binde-

Digitized by Google

gewebe umgewandelt. — Die Greisen-Degeneration kann auf diese Weise zuallererst auf einen gewissen Makrophagismus zurückgeführt werden, welcher ein Verschwinden der edlen, eines genügenden Widerstandes nicht fähigen, Zellelemente bewirkt"... „Gleich wie wir schon jetzt mit Erfolg gegen einige, durch Mikroben verursachte, Krankheiten mit Hilfe eines durch Vermittlung dieser Parasiten hergestellten Blutserums kämpfen können, dürfen wir hoffen, auch gegen die Greisen- und hypertrophischen Krankheiten dereinst mit Hilfe solcher Blutserume kämpfen zu können, welche durch Vermittlung der entsprechenden Zellelemente hergestellt worden sind". — „Wenn wir die Macht hätten, das verlorene Gleichgewicht zwischen den Zellen wieder herzustellen, so können wir dadurch die atrophischen Prozesse des Greisenalters einstellen, oder wenigstens schwächen".

Aus den angeführten Auszügen aus der höchst interessanten Studie J. Metschnikoff's ist vollkommen klar zu ersehen, was für einen direkten Einfluss solch eine Wendung der betreffenden Frage in Zukunft auf unsere therapeutischen Eingriffe haben wird. —

Ich habe im vorliegenden Abschnitte die Aufmerksamkeit der Leser nur auf wenige, sozusagen, Berührungspunkte des Schicksals der Zellenlehre mit den weiteren Erfolgen der Medizin, gelenkt. Solcher Berührungspunkte könnte man viele anführen. Jedoch ich glaube, dass eine ernste und kritische Stellung den von mir aus der Entwicklungsgeschichte der heutigen Medizin genommenen Momenten gegenüber vollkommen genügt, um, wenn auch vorläufig noch keinen direkten praktischen Nutzen der Zellenlehre am Krankenbette erblicken zu können, so doch wenigstens die Ueberzeugung zu gewinnen, dass die weitere allseitige Erforschung der Zelle für die Medizin von größter Bedeutung und Tragweite ist. —

X.

Wir stehen an der Schwelle eines neuen, des zwanzigsten Jahrhunderts, und unsere exakte Forschung wird ebenfalls eine neue Epoche ihres Bestehens beginnen. Was geht aber die Wissenschaft unsere Zeitrechnung an; was geht es die Wissenschaft an, dass wir das neunzehnte Jahrhundert der Vergangenheit übergeben und in das zwanzigste treten? Die Wissenschaft macht ja ihre phylogenetische Entwickelung unentwegt und progressiv durch, unter dem Einflusse einer ganzen Reihe von Bedingungen, bald den Schritt derselben etwas hemmend, bald sich rascher und großartiger entfaltend; und sie mit gleichen Zeitabschnitten zu messen ist unmöglich. — Das ist vollkommen richtig. Allein, meine Herren, rufen wir uns erstens ins Gedächtnis, dass die exakte Forschung, die Naturwissenschaft, ein Geistesprodukt des Menschen unseres jetzigen Jahrhunderts ist. Der Boden wurde zwar schon früher vorbereitet; die Befruchtung geschah zu Ende des vorigen Jahrhunderts, aber nur die genialen Geister eines Lavoisier, eines Lamarque, eines Bichat, eines Layel und eines Schleiden gebaren die exakte Forschung. Am Anfange unseres Jahrhunderts geboren, bekam sie bald ihre Sprache, und ihre Stimme hat gegenwärtig einen mächtigen und belebenden Einfluss auf den

Digitized by Google

ganzen Habitus der weiteren Entwickelung des menschlichen Geistes, auf die Entwickelung der Kultur. Sodann müssen wir den Umstand in Betracht ziehen, dass die Biologie, nachdem sie ihre großartige Entwickelung begonnen, mehr oder weniger in einer bestimmten Richtung sich weiter entwickelte, um endlich die vollkommen bestimmten Formen anzunehmen, und in den Grundprinzipien und Grundlehren zum Ausdruck zu gelangen, welche von allen Lehrstühlen der Biologie als unerschütterliche Pfeiler der gegenwärtigen Weltanschauung verkündet werden; welche zum Ausgangspunkt einer jeglichen weiteren Entwickelung der Biologie dienen, und welche mit dem gegenwärtigen wissenschaftlichen Gedanken so fest organisch verbunden sind, — dass ein jeglicher Versuch, dieselben zu verjüngen und zu reformieren, eine unverkennbar feindliche Stimmung seitens der Repräsentanten der gegenwärtigen Wissenschaft hervorruft. Daraufhin scheint mir die Vermutung vollkommen logisch zu sein, dass jegliche günstige Weiterentwickelung der Biologie nur auf demselben Wege vor sich gehen kann, und dass wir in Anbetracht dessen gar keinen Grund haben von einer neuen, nahen, dem nun beginnenden Jahrhunderte parallelen Aera der Biologie zu sprechen.

Allein, der wissenschaftliche Geist, welcher die allgemeinen Prinzipien und Dogmen der Wissenschaft nicht nur annimmt, sondern fähig ist, denselben gegenüber sich kritisch zu verhalten, alle neuen Meinungen aufmerksam zu verfolgen und jede neue Gedankenäusserung vorurteilsfrei und nach Gebühr zu würdigen, — kann einige charakteristische Züge der gegenwärtigen Wissenschaft nicht unbeachtet lassen. Zu augenscheinlich ist die Disharmonie, welche auf einigen wissenschaftlichen Gebieten zwischen einer ganzen Reihe neuester spezieller, diese oder jene Frage behandelnden Arbeiten und der Beleuchtung besteht, welche genannte wissenschaftliche Frage fast in allen neuesten Lehr- und Handbüchern erfährt. In den speziellen Arbeiten der letzten Jahre fängt eine neue Weltanschauung an sich Bahn zu brechen; es fängt an, wenn auch noch anscheinend unbewusst, ein anderes, tieferes Verständnis der allgemeinen Naturerscheinungen sich kund zu thun, wobei diese Vorstellungen den herrschenden allgemeinen Prinzipien zuwider laufen. Was eine der Hauptfragen der Biologie betrifft, nämlich die Zellenlehre, so haben wir uns in vorliegender Studie überzeugt, was für eine radikale Umänderung diese Lehre durchzumachen beginnt. Wenn wir es jedoch unterlassen, in die spezielle Litteratur einen Einblick zu thun und uns mit den gegenwärtigen Lehrwerken begnügen, so gewahren wir nicht diesen neuen hellen Strahl des wissenschaftlichen Geistes, und bleiben blind am alten Glauben hängen. Andererseits, nachdem die Naturforschung solch eine Entwickelungsstufe erreicht hat, nach welcher ein weiteres zielbewusstes Vorwärtsschreiten unmöglich ist ohne eine Reform, ohne

Digitized by Google

eine radikale Umänderung, — erzeugte sie, wie unbewusst ahnend, dabei aber die Augen auf den schon angedeuteten Weg schließend, eine Reihe von Missgeburten. Als Stimme der Enttäuschung oder Verzweiflung versank der wissenschaftliche Gedanke wieder in den Abgrund der Methaphysik und nahm die Form solcher Irrlehren an, wie z. B. der Neovitalismus, welcher geneigt ist zur alten Lebenskraft seine Zuflucht zu nehmen, oder die Lehre einiger Chemiker, welche die Realität des Stoffes nicht mehr anerkennen, und die ganze stoffliche Welt einzig und allein von der Energie oder Kraft herleiten zu können glauben, oder endlich jene Sophismen, in die sich die gegenwärtige Lehre von der Vererbung einlässt. Weiterhin muss noch darauf hingedeutet werden, dass einige Zweige der Biologie, wie z. B. die pathologische Anatomie, in letzter Zeit eine gewisse Stagnation zeigen, indem sie sich verhältnismäßig sehr langsam entwickeln.

Die den gegenwärtigen Stand der Biologie kennzeichnenden Momente, auf die ich soeben hingewiesen habe, rufen in uns begreifliches Bedenken wach. Ein Unbefriedigtsein mit dem gegenwärtigen Stande, und dadurch die Enttäuschung; das Ungenügende der heutigen Grundprinzipien, und dadurch der Stillstand auf gewissen Gebieten; andererseits eine Reihe neuer Thatsachen, eine Reihe neuer Anschauungen und Gedanken, welche unsere gegenwärtigen Anschauungen gänzlich umwandeln, sie neu beleben und der zeitgenössischen Biologie einen mächtigen Anstoß verleihen, — das sind Erscheinungen in der Geschichte der Wissenschaft, welche, ich wage zu glauben, es gestatten, unsere Zeit mit dem Ende des vorigen und dem so nahen Anfang des folgenden Jahrhunderts zu vergleichen. Gleich wie der Anfang unseres Jahrhunderts den Anfang einer neuen Epoche der Naturforschung kennzeichnet, so weist auch unsere Zeit eine Reihe von Merkmalen auf, welche uns das Recht verleihen zu behaupten, dass der Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts gleichfalls der Anfang einer neuen, fruchtbringenden, vielverheißenden Aera der Biologie sein wird; und kühn und voller Hoffnung können wir an die weitere Arbeit gehen. Vieles hat schon die Wissenschaft geleistet, jedoch tausendfach mehr bleibt ihr noch übrig zu vollbringen. Ich schließe mit den Worten unseres weltbekannten Physiologen, Prof. J. P. Pawloff:

> „Es ist der Zug eines hohen Geistes: Nicht nur sich über den Sieg des Wissens zu freuen, sondern auch an der Erkenntnis Wohlgefallen zu finden, wie Vieles noch zu wissen übrig geblieben, als wäre es eine Furcht, eine Eifersucht, es möge der Geist nicht ohne Arbeit bleiben".

(Dem Andenken R. Heidenhain's. Klinische Zeitschr. von Botkin, 1897, Nr. 48; Russisch.)

Digitized by Google

G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. II.

Saprolegnia mixta.

(Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXXIII, Heft 4.)

Mit Recht macht der Verf. auf die zahlreiche Litteratur aufmerksam, welche die Saprolegniaceen behandelt. Klebs bleibt seiner wissenschaftlichen Fragestellung getreu und unterwirft *Saprolegnia mixta* scharfsinnig ausgedachten Experimenten, um neue Gesichtspunkte zur Erkenntnis der Fortpflanzungserscheinungen der Protobionten zu erhalten. Der Rahmen eines Referates ist zu eng, um in alle Einzelheiten der vorliegenden Arbeit einzugehen. Es mögen hier nur einige, mir als wichtig erscheinende Punkte hervorgehoben werden.

Um bakterienfreie Kulturen zu erhalten, verfuhr Klebs auf folgende Weise. Der Pilz wurde aus Sumpfwasser (seinem natürlichen Standorte) auf sterilisierte Fliegen übertragen. Dieser Kultur wurden dann ausgekochte Fliegenbeine zugesetzt. An letztere setzten sich Zoosporen an, welche auskeimten und ein Mycelium erzeugten. Ein solches infiziertes Fliegenbein wurde dann auf Fleischextrakt-Gelatine gelegt, wo der Pilz sich viel rascher ausdehnte als die anhaftenden Bakterien. Von diesem Pilzrasen wurde peripherisches Mycel auf einen neuen aber gleichen Nährboden übertragen. Diese Infektion, auf diese Weise fortgesetzt, ergab bakterienfreie Kulturen. Natürlich kann diese Methode nur für schnell wachsende Pilze in Anwendung kommen. Den ersten Teil der Untersuchungen bildet das Kapitel über die Zoosporenbildung. Mit einem sehr großen Aufwande von Experimenten wurde das gegenseitige Verhältnis der Zoosporenbildung und der Ernährung studiert. Ueber 80 verschiedene chemische Substanzen aus den Gruppen der Eiweißsubstanzen, Amidosäuren, organischen N-Substanzen, Kohlehydrate, organischen Säuren, Glykosiden und Alkaloiden und der anorganischen Salze wurden in ihrem Einflusse auf die Zoosporenbildung beobachtet. Als allgemeines Resultat ergab sich, dass überall lebhaftes Wachstum und lebhafte Zoosporenbildung sich ausschließen, eine Thatsache, die weit über den Kreis der Pilze hinaus ihre Geltung zu haben scheint. Eine chemische Substanz kann die Zoosporenbildung hemmen, wenn sie entweder das Wachstum fördert oder die Zoosporenbildung direkt hemmt. Beobachtet man die Wachstumsgröße in den einzelnen Lösungen, so kann man auf den Nährwert der chemischen Substanzen schließen. „Unzweifelhaft geht aus den Versuchen hervor, dass die Mehrzahl der Eiweißkörper sowie der höhern Amidosäuren die besten Nährstoffe für *Saprolegnia* sind. Unter den andern Gruppen organischer Körper sind es immer nur vereinzelte Glieder, welche als besonders günstige Nahrungsmittel wirken. Als C- und N-Quelle zugleich kommt nur noch das saure äpfelsaure Ammon den Amidosäuren gleich. Gute C-Quellen sind unter den Kohlehydraten Glykogen und Maltose, unter den Glykosiden das Coniferin; als vortreffliche N-Quelle steht das salpetersaure Ammon an erster Stelle". Die erwähnten guten Nährsubstanzen fördern aber das Wachstum nur dann, wenn ihre Konzentration einen bestimmten Wert überschritten hat. Wenn auch eine genügende Menge dieser Nährstoffe zur Verfügung steht, wenn die nötige Konzentration nicht erreicht ist, so erfolgt kein Wachs-

Digitized by Google

tum des Pilzes. In diesem Falle tritt dann immer die Zoosporenbildung ein. Nach aufsteigendem Konzentrationsminimum die Nährstoffe geordnet stellt Klebs folgende Reihe auf:

Pepton	0,005	%
Hämoglobin	0,01	„
saures äpfelsaures Ammon	0,01	„
Leucin	0,05	„
Glutaminsäure	0,05	„
Gelatine	0,05	„
Fleischextrakt	0,05	„
Asparaginsäure	0,1	„
Alanin	0,1	„
Glykogen	0,1	„
Maltose	0,1	„
Coniferin	0,1	„
Asparagin	0,5	„
Glykokoll	0,5	„
Traubenzucker	0,8	„

In dieser Reihe nimmt mit zunehmendem Konzentrationsminimum der Nährwert ab. Mit zunehmender Konzentration wird das Wachstum gesteigert, ohne dass jemals Zoosporen gebildet wurden. Auf diese Weise kann ein vollständig steriles Mycel gezüchtet werden, welches endlich wahrscheinlich an den eigenen Stoffwechselprodukten zu Grunde geht. Daraus geht hervor, dass die Zoosporenbildung nicht eine Lebenserscheinung ist, die notwendig in den Zyklus der Lebensfunktionen gehört und nach einer gewissen Wachstumsperiode eintreten muss, sondern dass sie gleichsam eine Lebensreaktion auf gewisse äußere Einflüsse darstellt. Bei der Zoosporenbildung von *Saprolegnia mixta* scheint der Nahrungsmangel eine wichtige Rolle zu spielen. Der Nahrungsmangel ist aber nicht im Stande, die Zoosporenbildung zu veranlassen, wenn chemische Substanzen (auch Stoffwechselprodukte) zugegen sind, welche auf diese Lebenserscheinung hemmend einwirken. Gestützt auf diese erhaltenen Resultate wird das Verhalten des Pilzes in der freien Natur sehr hübsch erklärt. Klebs folgert aus seinen Versuchen noch mehr. Er schließt aus seinen Experimenten, dass die erste Veranlassung zur Zoosporenbildung darin bestehe, dass in der nächsten Umgebung eines Hyphenendes die Zahl der wesentlichen organischen Nahrungsteilchen auf ein Minimum beschränkt werde. Als Folgen dieser Reizwirkung treten ein: „das plötzliche Aufhören des Wachstums, die Ansammlung von Plasma und Zellkernen, die Bildung der Zellwand, die innern Vorgänge, die zur Ballung und Ausbildung der Zoosporen führen, schließlich die Entleerung“. Wie es bei einem Uhrwerke der Auslösung bedarf, um einen komplizierten Mechanismus in Gang zu versetzen, so ist auch bei den Lebensprozessen oft eine geringe, einfache Ursache vorhanden, welche äußerst verwickelte Lebensfunktionen auslöst. Klebs hat an dem Beispiele der *Saprolegnia mixta* in streng logischer Weise eine solche Auslösungsform aufgeklärt. Den übrigen äußern Bedingungen: Feuchtigkeit, Sauerstoff, Temperatur und Licht misst er keine so frappanten auslösenden Eigenschaften zu wie dem Nahrungsmangel.

Digitized by Google

Bedeutend schwieriger ist es, über die Oosporenbildung ähnliche Aufschlüsse zu erhalten. Wie die Sporangienbildung so soll auch die Entstehung der Oogonien an einen Nahrungsmangel geknüpft sein. Der Nahrungsmangel darf aber nicht plötzlich eintreten und muss namentlich die ältern Mycelteile treffen, damit die Oogonienbildung veranlasst wird. Obschon die Oogonienfortpflanzung zur Zoosporenbildung in einem viel entferntern Verhältnis steht, als die letztere zum Wachstum, so tritt die Oogonienbildung doch am besten ein, wenn auch bei niederer Konzentration der Nahrung die Zoosporen unterdrückt sind. Sehr interessant ist der Einfluss des Hämoglobins und der Phosphate. In einer Hämoglobinlösung von 0,05% findet eine sehr lebhafte Oogonienbildung statt. Auch durch Phosphate wird dieselbe gefördert. Nimmt man mit De Bary an, dass die Oogonien durch einen chemischen Reiz die Entstehung von Antheridien veranlassen, so wird man auch verstehen, dass die Phosphate nicht nur die Oogonienbildung begünstigen, sondern hauptsächlich auch bei der Antheridienbildung eine große Rolle spielen. In diesem Falle würden die Phosphote die Oogonien befähigen, durch chemische Reize die Antheridienbildung zu veranlassen.

Mit Recht bezeichnet Klebs die eigentümlichen Protoplasmaansammlungen der *Saprolegnia mixta*, welche von Pringsheim als Reihensporangien und von Maurizio als Conidien benannt wurden, als Gemmen. In ihrem ganzen physiologischen Verhalten und namentlich dadurch, dass sie dann in großer Menge entstehen, wenn die Zoosporen und die Oogonien ausbleiben, stimmen sie mit den Gemmenbildungen vieler anderer Pilze überein. Klebs hält die Gemmenbildung nicht für eine physiologisch scharf umschriebene Fortpflanzungsweise. Auch die Gemmen von *Saprolegnia mixta* werden durch Nahrungsmangel hervorgerufen. Nur muss dieser derart sein, dass Zoosporen und Oogonienbildung ausbleiben. Dies kann durch bestimmte chemische Substanzen (0,5% NaCl, 1—2% KNO_3) geschehen. „So erscheint die Gemmenbildung als letzte Lebensreaktion des Pilzes im Kampf mit der sein Leben bedrohenden Ungunst äußerer Umstände". Dieser Satz hat nicht nur für *Saprolegnia* sondern auch für viele Mucorineen seine Geltung, indem häufig beim Ausbleiben des Wachstums und der Sporangien-, resp. Zygosporenfortpflanzung das Protoplasma durch gesteigerte Gemmenbildung dem Untergange entrissen wird. Dieser physiologische Gesichtspunkt kann vielleicht einen Anhaltspunkt bilden, morphologisch zweifelhafte Organe richtig zu deuten. Etwas weniger morphologische Spitzfindigkeiten und ausgedehntere physiologische Untersuchungen nach den von Klebs vorgezeichneten Wegen würden den reichen Ballast von Organbenennungen jedenfalls bedeutend vereinfachen.

H. Bachmann (Luzern). [103]

G. H. Theodor Eimer und C. Fickert, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen.

Entwurf einer natürlichen Einteilung derselben. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, LXV. Bd., 4. Heft u. Tübinger zoolog. Arbeiten, III. Bd., Nr. 6.

Die vorliegende Arbeit stammt aus dem wissenschaftlichen Nachlass des leider viel zu früh verstorbenen Professors Theodor Eimer und ist

Digitized by Google

von seinem langjährigen Mitarbeiter Dr. C. Fickert im Sinne des Verstorbenen fertig gestellt worden. Sie bildet den Entwurf eines natürlichen Systems der Foraminiferen und ist gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zur Bestätigung der Eimer'schen Theorie von der Artbildung durch organisches Wachsen, die in der Orthogenesis, in der Entwicklung der Formen nach wenigen bestimmten Richtungen ihren Ausdruck findet.

Die Arbeit zerfällt in zwei Teile, in einen allgemeinen, der aus der Feder Eimer's stammt und in einen speziellen, an dem beide Verfasser gleichen Anteil haben. Im allgemeinen Teil werden zuerst die älteren Versuche besprochen, die gemacht worden sind, um die Foraminiferen in ein System zu bringen. Allen haftet, wie der Verfasser eingehend erörtert, mehr oder weniger der Fehler an, dass sie Verwandtes auseinander reißen, indem sie nur wenige Merkmale berücksichtigen und der Gestaltung der Schalen zu wenig Rechnung tragen. Die einen legen ihrer Einteilung das Material zu Grunde, aus welchem die Schalen der Foraminiferen erbaut sind und trennen, wie Brady und Schwager, die sandigen Formen von den kalkigen, eine Scheidung, die indessen nicht in allen Familien konsequent durchgeführt werden kann und dadurch schon beweist, dass die stoffliche Zusammensetzung der Gehäuse keine geeignete systematische Grundlage bildet, da dieselbe ja unmittelbar von äußeren Einflüssen — dem zufällig vorhandenen Material — abhängt.

Ebensowenig entsprechen den Anforderungen eines natürlichen Systems die Einteilungen, nach welchen andere die Foraminiferen in poröse und porenlose Typen (Perforata und Imperforata, Carpenter, Reuss, R. Jones), oder in Einkammerige und Vielkammerige (*Monothalamia*, *Polythalamia*, d'Orbigny, M. Schultze), wenngleich auch die Einteilung in Imperforata und Perforata in den Lehrbüchern Verbreitung gefunden hat. Auch Neumayr tadelt diese künstlichen Foraminiferensysteme, in welchen die ganze Formengruppe nach einem Hauptmerkmal in zwei oder drei Gruppen gebracht werden, und vertritt in seiner eigenen Einteilung den Standpunkt, dass es richtiger sei eine Anzahl von kleineren, natürlich umgrenzten Familien aufzustellen und diese dann unter sich in Zusammenhang zu bringen. So unterscheidet er in seinem System sieben Gruppen, begeht aber schon, indem er die erste in Gattungen teilt, den Fehler, die sandigen Schalen den kalkigen Parallelformen schroff gegenüber zu stellen, während gerade: „in der Sichtung und Aneinanderreihung der vollkommeneren sandigen Foraminiferen und in ihrer Verbindung mit den kalkigen, der Kern zu einer wirklich natürlichen Einteilung verborgen ist." Dessen ungeachtet werden im Wesentlichen die Hauptlinien verwandtschaftlicher Beziehungen, die Neumayr aufstellt, durch die Eimer-Fickert'schen Untersuchungen bestätigt.

Viele Forscher sind demnach bemüht gewesen, Ordnung in das Chaos von Foraminiferen-Formen zu bringen, aber nur wenigen ist es gelungen, eine einigermaßen natürliche Gruppierung durchzuführen. Es liegt deshalb nahe zu fragen, worin wohl die Schwierigkeit der systematischen Aufstellung dieser Tiergruppe liegen mag? Nach Eimer sind es hauptsächlich zwei Momente, die eine Klassifizierung der Foraminiferen erschweren, einmal die außerordentlich große Variabilität dieser Tierabteilung, andererseits die Thatsachen, dass sich einfache alte Stamm-Formen hier viel häufiger als gewöhnlich erhalten haben, dass Zwischenformen nicht

Digitized by Google

so oft verloren gegangen sind, und dass eine übergroße Menge unentschiedener Uebergangsformen bestehen geblieben ist. Als eine wesentliche Erleichterung, um „in das große Heer von Abänderungen, welches bei den Foraminiferen thatsächlich vorhanden ist“ Ordnung und Zusammenhang zu bringen, erwiesen sich für Eimer die Erfahrungen, welche er über das Abändern der vielzelligen Tiere gemacht hatte. Bisher hatte man sich die Variabilität der Formen als ein Schwanken nach den verschiedensten Möglichkeiten vorgestellt. Eimer ging dagegen von der Vermutung aus, dass wohl auch hier bestimmte Gesetzmäßigkeit, dass auch hier eine beschränkte Zahl von Entwicklungsrichtungen bei der Artbildung maßgebend sein würden, und dass sich auf Grund dieser Gesetzmäßigkeit eine natürliche Einteilung ergeben werde. Indem er möglichst viele Formen ohne Rücksicht auf ihre bisherige Stellung im System untereinander verglich und nach eingehender Prüfung der Gestalt der Gehäuse, der Art der Kammerung, deren Lagerung und Windungen Verwandtes an Verwandtes reihte, wurde ihm die Vermutung, mit der er an die Untersuchung herangetreten war, zur Bestimmtheit: „Auch hier ist keine Unbeständigkeit, kein Schwanken vorhanden — nichts Zufälliges — sondern nur Gesetzmäßiges.“ Eimer fand, dass hauptsächlich acht Entwicklungsrichtungen für das Abändern und die Artbildung der Foraminiferen in Betracht kommen:

„1. Ausbildung von sandigen Gehäusen zu kalkigen, bzw. von aus Fremdkörpern zusammengesetzten zu kalkigen und wahrscheinlich Ausbildung von horn-(‚chitin‘-)artigen zu sandigen.

2. Auftreten und Ueberhandnehmen der Kalkablagerung in der sandigen Schalenwand in der Richtung von Innen nach Außen.

3. Entwicklung von unregelmäßigen zu regelmäßig gebauten Gehäusen, und zwar zu zweiteiligen (seitlich symmetrischen).

4. Entwicklung von geschlossenen oder an verschiedenen Stellen unregelmäßig offenen Gehäusen zu solchen, welche an zwei entgegengesetzten Seiten oder nur an einem Ende offen sind.

5. Ausbildung von mehrkammerigen Gehäusen aus einkammerigen: es ist der Ausdruck einer der allerfrühesten Entwicklungsrichtungen, dass die Kammern bei der Vermehrung sich nicht von einander trennen, sondern zusammen bleiben, dass unvollkommene Teilung stattfindet.

6. Dabei werden die jüngern Kammern in der Regel immer größer als die nächstälteren.

7. Weitverbreitet ist die Neigung einkammeriger oder mehrkammeriger Gehäuse, langgestreckte Formen zu bilden.

8. Die Neigung dieser langgestreckten Gehäuse sich einzurollen.

Nach Maßgabe dieser Hauptentwicklungsrichtungen der Foraminiferen unterscheiden die Verfasser auch acht große Abteilungen, welche aber in neun Hauptstämme zerfallen, indem die letzte Abteilung der *Orthoclinostegia* aus zwei Hauptstämmen zusammengesetzt ist.

Die ältesten Foraminiferengehäuse sind sandige oder aus Fremdkörpern zusammengesetzte unregelmäßige Formen, wie *Placopsilina*, eine Vertreterin der ersten Hauptabteilung, des Hauptstammes der *Astrorhizidae*. Von dieser aus führt die Entwicklung, welche regelmäßige gleichzeitige Formen bildet, einerseits zu kugeligen und becherförmigen (III. Hauptabteilung, Hauptstamm der *Cystoforaminifera* Eimer und

Digitized by Google

Fickert [*Vesiculata*]), andererseits zu röhrenförmigen Gestalten (II. Hauptabteilung, Hauptstamm der *Siphonoforaminifera*).

Die Gehäuse der *Cystoforaminifera* sind zuerst sandige Halbkugeln ohne Hauptöffnung (7. Fam. *Psamosphaeridae* Eimer und Fickert), oder sie haben siebartig auf Warzen stehende Poren (9. Fam. *Cyphamminidae* Eimer und Fickert = *Thuramminidae* Brady ad).

Die 8. Fam. *Saccamminidae* Eimer und Fickert, haben ebenfalls kugelige Gehäuse, besitzen aber eine Hauptöffnung. In dieser Familie treten die ersten durchbohrten kalkigen Gehäuse auf *(Lagena)*.

Bei den *Rhabdamminidae*, einer Familie der *Siphonoforaminifera* beginnt, wenn auch unregelmäßig und roh, schon die Andeutung einer Kammerung, die Schalen sind, wie die aller Vertreter dieses Stammes, aus Sand zusammengesetzt.

Die Gehäuse der *Ascoforaminifera* Eimer und Fickert *(Utriculata)* (IV. Hauptstamm), bilden aus Sand, Schlamm oder Kieselnadeln zusammengesetzte, hinten geschlossene Schläuche, sie stellen in die Länge gezogene Saccamminidenschalen dar und verändern sich in der 11. Fam. der *Serpuleidae* Eimer und Fickert, zu *Serpula* ähnlich gewundenen Röhren.

Unregelmäßig gekammerte *Ascoforaminifera*-Schalen bilden die ursprünglichsten Formen des *Stichostegia*- oder Nodosarien-Stammes (V. Hauptstamm, Fam. d. *Hyperamminidae* Eimer und Fickert), dessen Vertreter einreihig gekammerte, gestreckte, zuweilen leicht gebogene, hinten geschlossene, sandige oder kalkige Röhren als Gehäuse besitzen. Zu der Hauptfamilie dieses Stammes gehören kalkige, durchbohrte Gehäuse (*Nadosaridae* Eimer und Fickert), bei denen die jüngeren Kammern stets größer werden als die älteren. Diese Erscheinung kommt auch bei allen übrigen Hauptstämmen zum Ausdruck. Zunächst bei dem VI. Stamm der *Textularidae* Carpenter, dessen Vertreter Schalen besitzen, die dadurch entstanden sind, dass die einfache Kammerreihe der *Stichostegia* sich zuerst hinten und dann immer weiter nach vorn in zwei und drei Reihen spaltet. Neben diesen Entwicklungsrichtungen macht sich bei den Textulariden auch die Neigung geltend, gewundene Schalen zu bilden (*Valvulina conica* Parker und Jones). Dadurch, dass die hinten zweizeiligen, vorne einzeiligen Kammern nach vorn nur in der Breite mehr zunehmen, entstehen Gehäuse, die Eimer und Fickert zu der Familie der *Pavoninidae* stellten. Aehnlich gebaute aber fast durchweg zweizeilige Kammern haben die Schalen der 21. Fam. der *Frondicularidae*. Zuweilen sind aber deren hinterste Kammern einseitig gewunden, wie wir es bei den Vertretern des VII. Hauptstammes, den *Euclinostegia* Eimer und Fickert, antreffen. Die erste Familie der *Euclinostegia* steht der Familie der *Buliminidae* unter den *Frondicularidae* am nächsten, indem das hintere Ende der Gehäuse beider Familien schiefgewunden bzw. gedreht ist.

Die letzte 8. Hauptabteilung des Eimer-Fickert'schen Systems umfasst in der Gruppe der *Orthoclinostegia* alle Formen, deren Gehäuse regelmäßig teilweise oder ganz gewunden sind. Mit Ausnahme der *Cornuspiridae* sind die Vertreter aller Familien dieser Hauptabteilung vielkammerig. Die nieder organisierten haben sandige, die höher stehenden kalkige Schalen. Von den kalkigen Formen ist nur ein Teil undurch-

Digitized by Google

bohrt und die höchsten haben ein ausgebildetes Kanalsystem in den Windungen. Die Orthoclinostegier zerfallen, wie schon früher bemerkt, in zwei Hauptstämme: den Endothyrenstamm und den Cornuspirenstamm. Die ursprünglichsten Formen des Cornuspirenstammes sind spiralig in einer Ebene gewundene sandige oder kalkige undurchbohrte oder durchbohrte, einkammerige Gehäuse (23. Fam. *Cornuspiridae* Eimer-Fickert. An die Cornuspiriden schließen sich die gekammerten, selten sandigen, meist undurchbohrten kalkigen *Miliolidae* an, aus diesen gehen die *Chilostomellidae* hervor, dadurch, dass jede ältere Kammer von der nächst jüngeren mehr oder weniger umwachsen wird, andererseits hängen mit ihnen *Peneroplis* und die *Orbitolitidae* zusammen. Bei *Ophthalmidium* (Milioliden) sind die innersten Windungen deutlich, *Cornuspira*; die äußeren *Miliola* ähnlich. Aehnliches findet sich bei den *Orbitolitidae*, in deren Bau zuerst Beziehungen zu *Cornuspira*, dann zu *Miliola* und *Peneroplis* auftreten; den Abschluss bilden hier kreisförmige Windungen.

Auch die ursprünglichsten Windungen der dem Endothyrenstamm zugehörigen Gehäuse sind gekammert. Ihre Windungen sind indessen zuweilen etwas asymmetrisch, und es können hier sowohl neben der Mündung als statt der Mündung Poren auftreten. Den Ausgangspunkt für den ganzen Endothyrenstamm giebt die Familie der *Endothyridae*, deren Schalen teils sandig, teils kalkig sind und noch unvollkommene Kammerung zeigen. Mit Ausnahme einiger Fusulinen und Globigerinen sind die Gehäuse der übrigen dem Endothyrenstamm zugehörigen Gehäuse alle kalkig und bis auf *Fusulinella* auch durchbohrt. Bei den meisten beobachtet man feine Kanälchen in den Wandungen und außerdem ein sog. Zwischenskelett.

Wir treffen im Endothyrenstamm Gehäuse an, die nur teilweise gewunden sind und zwar nur am hinteren geschlossenen Ende, und es erhebt sich die Frage, ob hier wohl die Einrollung hinten beginnt und von da nach vorne fortschreitet, oder aber, ob die unvollständig gewundenen Tiere etwa in Aufrollung begriffen sind. Der rohe Zustand der Ausbildung von Formen wie *Haplophragium spectabile* spricht dafür, dass es sich hier nur um unvollkommen gewundene Tiere handelt, im Cornuspiridenstamme kommen dagegen Formen vor, bei denen eine Wiederaufrollung sicher nachweisbar ist. Es treten somit hier die Vertreter einer Entwicklungsrichtung auf, wie wir sie auch bei den Gehäusen von Ammoniten beobachten und Fickert vertritt die Anschauung, dass eingehendere Untersuchungen sehr wahrscheinlich feststellen werden, dass auch die unvollkommen gewundenen Haplophragiumarten in Wiederaufrollung begriffen sind. Im Allgemeinen treten bei Foraminiferengehäusen, wie auch bei Ammonitenschalen die neuen Eigenschaften stets an den jüngeren, nicht an den älteren Kammern auf.

Die Entwicklungsrichtungen, welche bei den Foraminiferen vorkommen und die wir im Vorstehenden kurz verfolgt haben, sind nach Eimer nichts anderes als der Ausdruck organischen Wachsens. Als äußeren Einfluss, durch welche das organische Wachsen dieser Tiere in bestimmte Bahnen geleitet wird, betrachtet der Verfasser z. B. den wechselnden Salzgehalt des Wassers. Ferner ist von Einfluss auf die Zusammensetzung und die Größe der Schale das Vorkommen in größerer oder geringe-

Digitized by Google

rer Tiefe, auch die Temperatur des Wassers kann auf das Wachstum der Foraminiferen fördernd oder hemmend einwirken.

Die Thatsache, dass bei den Foraminiferen viel weniger scharf abgegrenzte Arten vorkommen, dass diese mehr in einander übergehen und untereinander verbunden sind, ist, wie oben erwähnt, einerseits darauf zurückzuführen, dass weniger Zwischenformen ausgestorben sind, weil überhaupt der einfache Organismus weniger leicht zum Entwicklungsstillstand, Genepistase, gebracht werden kann. Ein weiterer Grund für diese Erscheinung ist aber der, dass die von dieser Tiergruppe eingeschlagenen Entwicklungsrichtungen noch nicht sehr zahlreich sind und dass ferner bei der Artbildung hier weder Korrelation, noch verschiedenstufige Entwicklung (Heterepistase) eine große Rolle spielen. Auch die sprungweise Entwiklung, Halmatogenesis, die durch korrelatives Abändern bedingt wird, ist bei den Foraminiferen bedeutungslos, ebenso die Befruchtungsverhinderung, Kyesamechanie. Es fehlt also bei dieser Tiergruppe die Wirkung aller jener Faktoren, die sonst die Bildung fester abgegrenzter Arten bewirken und begünstigen.

Den Schluss des allgemeinen Teiles bildet eine vergleichende Uebersicht über Rhumblers natürliches System der Thalamophoren und über Ernst Häckels System der Thalamophoren, Werke, welche beide erschienen sind, als der erste Teil dieser Arbeit schon fertig gestellt worden war.

Der Stammbaum Rhumblers stimmt im Wesentlichen mit dem Eimer-Fickert'schen überein, mit Ausnahme der Ansichten über die Stellung von *Lagena*, der Ammodisciden und der Ableitung der Miliolinen. Wichtiger als die systematischen Unterschiede ist die von der Eimer-Fickert'schen abweichenden Anschauung Rhumblers, „dass bei den Thalamophoren in vielen oder allen Fällen das biogenetische Grundgesetz in umgekehrter Form gilt, d. h. dass bei ihnen die phylogenetisch höchste Stufe in jungen Stadien gefunden wird, während die älteren Schalen auf Ahnenformen zurücksinken".

Ich habe im Vorstehenden erwähnt, dass sich auch Eimer bei der Wiederaufrollung von *Haplophragium* die Frage vorgelegt hat, ob es sich um eine solche Umkehr des biogenetischen Gesetzes handeln könne, oder ob wir im vorliegenden Fall eine Umkehr der Entwicklungsrichtungen, wie bei den Ammoniten, eine Rückkehr zu sehr ursprünglichen Eigenschaften vor uns haben. Eimer und Fickert treten auf Grund ihrer Untersuchungen für eine solche Umkehr der Entwicklungsrichtung (Epistrephogenesis) ein, bei welcher das biogenetische Gesetz vollkommen in Kraft bleibt, das ja die Vererbung von Eigenschaften der Vorfahren in der individuellen Entwicklung bedeutet und aus diesem Grund nicht umgekehrt werden kann.

Auch in der Erklärung der Thatsache, dass verschiedene Schalenformen einem gemeinsamen Entwicklungsziel zustreben, decken sich die Rhumbler'schen und Eimer-Fickert'schen Ansichten nicht. Rhumbler schiebt diese Erscheinung der Wirkung einer Festigkeitsauslese zu, während Eimer unabhängige Entwicklungsgleichheit, Homogenesis, als Ursache voraussetzt, die die Folge ist der Wechselbeziehungen zwischen Konstitution und äußeren Einwirkungen und auch bei Verschiedenheit beider zu gleichen Endresultaten führen kann.

Digitized by Google

In dem System, welches Häckel in seiner oben citierten Arbeit für die Foraminiferen aufgestellt hat, werden dieselben wieder in Imperforata und Perforata geschieden, eine Einteilung, die, wie wir gesehen haben, von der Eimer-Fickert'schen grundsätzlich abweicht. Die Häckel'schen Anschauungen nähern sich indessen denjenigen Eimer's darin, dass er den Einflüssen der Umgebung und der Lebensweise einen bedeutenden Anteil bei der Gestaltung der Talamophorengehäuse zuschreibt. Er streift auch die Lehre vom organischen Wachsen, indem er die meist zunehmende Größe der jüngeren Kammern der Polythalamien als die notwendige Folge des beständig an Intensität gesteigerten Wachstums erklärt.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier noch näher auf den speciellen Teil eingehen wollte. Ich habe es im Vorstehenden soweit gethan, als es zum Verständnis der allgemeinen Ausführungen nötig war und muss es jeden einzelnen überlassen, die Richtigkeit der Schlüsse an der Hand der systematischen Aufstellungen selbst nachzuprüfen. Immerhin glaube ich, dass es schon aus dieser gedrängten Uebersicht über die Eimer-Fickert'sche Arbeit hervorgeht, wie wichtig dieser Beitrag ist für die Lehre der Entstehung der Arten auf Grund organischen Wachsens. [97]

v. L.

Edgar Krüger, Ueber die Entwicklung der Flügel der Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer.

(Von der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen gekrönte Preisschrift, zugleich Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. Göttingen 1898.)

Da über die Entwicklung des Käferflügels bisher noch wenig gearbeitet worden ist, so bildet die vorliegende Arbeit Krüger's eine sehr wertvolle Ergänzung zu der Entwicklungsgeschichte dieser Tiergruppe. Der Verfasser beschränkt sich indessen nicht allein auf die Untersuchung des Coleopterenflügels, er bespricht auch seine Beobachtungen an andern Insekten und unterwirft die über diesen Gegenstand vorhandene Litteratur einer eingehenden Prüfung.

Für das Gelingen der Untersuchungen war die erste Bedingung, ein Mittel zu finden, um das harte Chitin der Flügeldecken der Käfer schneidbar zu machen. Es gelang Krüger, Schnitte von 8—10 μ Dicke anzufertigen, wenn er das Tier in einer konservierenden Flüssigkeit (Zenker'sche Flüssigkeit) fixierte und dann in 3 % Salpetersäure verbrachte, wodurch das Chitin erweicht wurde, ohne dass die Gewebe eine merkliche Beschädigung erfuhren. Die Objekte wurden in hartes Paraffin eingebettet, nachdem sie vorher erst 3—4 Tage in flüssigem Paraffin gelegen hatten zum Zweck, das Chitin noch mehr zu erweichen.

An solchen Schnittserien, die fast ausschließlich mit Hämatoxylin gefärbt waren und verschiedene Entwicklungsstadien der Flügel von *Tenebris molitor*, *Lema aspàragi* und *Lema merdigera* darstellten, machte der Verfasser die folgenden Beobachtungen:

Die Imaginalscheiben der Flügel treten bei den genannten Formen am Ende der Larvenperiode nach der letzten Larvenhäutung vor der

Digitized by Google

Häutung der Puppe auf. Sie entstehen der Lage nach eng über der Beinwurzel des Meso- und Metathorax. Bei *Tenebrio molitor* sind die Flügelkeime durch ein etwas eingesenktes hellgelbes Feld schon auf der äußeren Chitindecke bezeichnet und bilden im ersten Stadium eine sehr seichte langgestreckte Grube, deren mittlerer Teil schwach vorgewölbt und gegen die Chitindecke verdickt erscheint. Der Flügelkeim zeigt indessen schon in diesem frühesten Stadium die doppelte Lamellennatur des fertigen Flügels, er ist gegen das weiter innen liegende larvale Fettgewebe durch eine homogene kernlose Membran abgegrenzt und enthält weder Tracheen noch Nerven. Auch von einer Chitinüberkleidung der Imaginalscheibe ist noch nichts zu bemerken. Diese Verhältnisse treffen wir sowohl im Vorderflügel als im Hinterflügel, beide Organe unterscheiden sich bei ihrer ersten Anlage in keiner Weise voneinander. Im weiteren Verlauf der Entwicklung kommt die Flügelimaginalscheibe tiefer zu liegen, indem sich die Ränder der früher seichten Grube erheben und eine weitgeöffnete Hypodermistasche bilden. Gleichzeitig tritt ein Tracheenast an den Grund des conusartigen Flügelkeimes heran.

Bei *Tenebris molitor* ist die Gestalt der ersten Flügelanlage von der geschilderten etwas verschieden.

Je mehr nun die Flügelanlagen in die Länge wachsen, desto mehr treten sie aus der Hypodermistasche hervor und bilden vier Ausstülpungen an den Seiten des Körpers. Jeder Flügel stellt jetzt einen Schlauch dar, dessen Lumen von Blutflüssigkeit, Blutkörperchen und Tracheen erfüllt ist, und dessen Wandungen von gedrängt stehenden, spindelförmigen Hypodermiszellen mit spindelförmigen Kernen gebildet werden. Während bisher Vorder- und Hinterflügel noch keine Differenzierung zeigten, vollzieht sich im darauffolgenden Stadium eine bemerkenswerte Aenderung im Wachstum der beiden Flügel. Der Vorderflügel nimmt erstens schneller an Dicke zu als der Hinterflügel, außerdem bleibt der letztere noch länger in dem schlauchförmigen Stadium stehen, während im Vorderflügel jetzt schon die Wandungen des Schlauches an einigen Stellen miteinander verwachsen und nur einzelne Kanäle, die spätern Adern des Flügels, von dem mit der Leibeshöhle kommunizierenden Lumen des ursprünglichen Schlauches frei bleiben.

Auch im Flügelepithel vollzieht sich jetzt eine Aenderung. Das ganze Zellengewebe erscheint aufgelockert, die Zellen ziehen sich an ihrem inneren Ende zu Fäden aus, die zusammen ein feines Netzwerk bilden und meistens senkrecht zur Längsaxe des Flügels denselben durchsetzen. Die Wandungen des Flügels bilden jetzt deutliche Lamellen, welche durch eine schwach angedeutete Membran von einander getrennt werden. Dieses als Grundmembran bezeichnete Häutchen setzt sich in die Flügelkanäle und Adern fort. Im Hinterflügel vollziehen sich ganz ähnliche Veränderungen, nur geht der Prozess dort viel langsamer von statten als im Vorderflügel.

Im nächsten von Krüger beschriebenen Stadium haben sich die Unterschiede in der Entwicklung des Hinter- und Vorderflügels ausgeglichen. Die Grundmembran hat ein derberes kompaktes Aussehen erhalten, die fadenförmigen Fortsätze der Hypodermiszellen verlaufen annähernd parallel von der äußern Flügelwand zur Grundmembran und gehen keine Anastomosen mehr ein, sondern setzen sich in das Gewebe der

Digitized by Google

Grundmembran fort. Die interzellulären Lücken, welche durch den Auflockerungsprozess des Flügelepithels entstehen, sind mit Blutflüssigkeit erfüllt. In diesem Stadium finden sich im Blut, das die Flügeladern erfüllt, zahlreiche isolierte kugelige Zellen und es gelang Krüger nachzuweisen, dass dieselben dem Fettkörper entstammen und degenerierende Fettzellen darstellen. Der Verfasser hält diese im Blut suspendierten Zellen für Träger des Nährstoffs, dessen die Flügel zu ihrer weiteren Entwicklung benötigen. Das nächst höhere Stadium ist durch das Auftreten einer Menge von Blutkörperchen, sowohl im Blute, das die Adern erfüllt, als auch in dem Blute der Interzellularräume ausgezeichnet. Die Fettzellen sind jetzt bis auf spärliche Körnchenreste verschwunden, dagegen beobachtet man neben den Blutkörperchen kleine hellfarbene, kugelige Zellelemente, die Krüger für Weismann'sche Körnchenzellen hält, die von den Blutkörperchen abzuleiten sind.

Mit ihrem weitern Längenwachstum ist eine Faltelung der Flügel verbunden, eine Veränderung, die sich um so leichter vollziehen kann, als die Flügellamellen durch die immer weiter fortschreitende Vacuolisierung der Hypodermiszellen äußerst zart geworden sind. Die Flügel selbst sind jetzt von einer feinen Chitinhaut bekleidet, die an Dicke zunimmt, bevor noch der Käfer die Larvenhülle sprengt, um zur Puppe zu werden.

Im Folgenden werden nun die histologischen und anatomischen Veränderungen beschrieben, welche sich im Flügel der Puppe und der Imago vollziehen. Besonders auffallend ist es, dass während der Puppenperiode der Hinterflügel viel dicker wird als der Vorderflügel, während in der Larvenzeit gerade das Umgekehrte zu beobachten war, im Uebrigen unterscheidet sich das erste Puppenstadium nur wenig von dem letzten Larvenstadium. Im weiteren Verlauf der Entwicklung ist nun besonders eine Spaltung der Grundmembran des Vorderflügels in zwei dünne Lamellen hervorzuheben. Im dritten Puppen-Stadium finden sieh zum ersten Mal Anlagen von Drüsen- und Borstenbildung. Gleichzeitig beobachtete Krüger, dass auf dieser Stufe der Entwicklung die mit der Grundmembran verwachsenen Pfeiler der Hypodermiszellen des Hinterflügels sich stark verdickt hatten und so die interzellulären Bluträume erheblich eingeschränkt wurden. Dieser Vorgang ist im nächst älteren Stadium noch deutlicher zu beobachten, und wir sehen, dass mit der Verbreiterung der Zellenpfeiler eine außerordentliche Reduktion der Dicke besonders im Hinterflügel eintritt.

Die Adern beginnen sich zu dieser Zeit über die Flügelfläche hervorzuwölben, zum Teil nach oben und zum Teil nach unten. Der Vorderflügel schlägt nun eine vom Hinterflügel deutlich verschiedene Entwicklungsrichtung ein. Die Spaltung der Grundmembran und damit die Verschiebungen der Blutlakunen, die Reduktion der ventralen Flügellamelle gegenüber der dorsalen sind Erscheinungen, die wir beim Hinterflügel nicht beobachten. Auch durch sein schnelleres Längenwachstum unterscheidet sich der Vorderflügel in der Folge vom Hinterflügel, der ihm jetzt auch wieder wie anfangs in der Dicke weit nachsteht. Im Hinterflügel gehen sowohl die Grundmembran als auch die Zellenpfeiler allmählich verloren. Mit der Reduktion dieser Zellelemente beginnt gleichzeitig die Entwicklung der definitiven Chitinbedeckung und des Stachelbesatzes. Nicht alle Flügelteile schreiten indessen in ihrer

Digitized by Google

Häutung der
wurzel des
keime durch
Chitindecke
langgestreckt
die Chitind
in diesen
Flügels, er
eine homog
noch Nerven
ist noch ni
Vorderflügel
bei ihrer
weiteren Ver
zu liegen, i
eine weitgeh
cheenast an d

Bei *T*
der geschild

Je mehr
treten sie aus
an den Seiten de
dessen Lumen
füllt ist, und d
Hypodermiszellen
bisher Vorder- und
zieht sich im dar
Wachstum der be
an Dicke zu als
länger in dem
flügel jetzt schon
einander verwachse
Flügels, von dem
sprünglichen Schlau

Auch im Flüg
ganze Zellengewebe
ihrem inneren Ende z
bilden und meistens
setzen. Die Wandunge
welche durch eine schwach
werden. Dieses als Gru
in die Flügelkanäle und A
ähnliche Veränderungen, m
statten als im Vorderflügel.

Im nächsten von Krü
Unterschiede in der Entwic
geglichen. Die Grundmembra
halten, die fadenförmigen For
nähernd parallel von der äuße
keine Anastomosen mehr ein

[illegible] Lebe der Käfer, wenn er di
[illegible] Zeit in dem ins schmalen
[illegible] das Wachstum der Flügel mindes
[illegible] Falten und Leisten glätten, im de
[illegible] ung der imaginalen Flügel lässt sich n
[illegible] die Flügelmembran darstellenden Zellgen
[illegible] sind, die doppelte Lamellenstruktur de
[illegible] der Hinterflügel hat einen, wie der Vorder-
[illegible] in geringerem Maß, eine weitere Reduktion der
[illegible] flügel sind noch immer eine Anzahl der n
[illegible] ziemlich erhalten, neu [illegible] indessen eine Ab
[illegible] den sog. Querbrücken, d[illegible] schon früher ange-
[illegible] dualen Flügelmembran, die später die ventrale
[illegible] weiteren Verlauf der Entwicklung bilden sich
[illegible] ihren Formen vollständig zurück, und die beiden
[illegible] [illegible] an allen Stellen des Flügels
[illegible] so dass von ihnen ein einziger Hohlraum um-
[illegible] der Lymphe in Verbindung steht. Dieses
[illegible] in der Spitze durch die außerordentlich starke
[illegible] eine [illegible] Reduktion, und schließlich er-
[illegible] und Tracheen [illegible] noch als spärliche Reste zwischen
[illegible] Netz [illegible] gegen die Chitinlamellen im Hinter-
[illegible] [illegible] nirgends mehr eine Spur von
[illegible] [illegible]

[illegible] flügels hat Krüger auch der Ent-
[illegible] [illegible] Gelenke, der Drüsen im Deck-
[illegible] [illegible] flügel seine Aufmerksamkeit ge-
[illegible] [illegible] Muskeln und Gelenke kam der Ver-
[illegible] [illegible] [illegible] früher auftreten als die
[illegible] [illegible] [illegible] als umgewandelte Larval-

[illegible] flügel von *Lema merdigera* und *L.*
[illegible] Hypodermiszellen abzuleiten, die
[illegible] des Puppenstadiums durch ihre Größe
[illegible] auszeichnen. Die Drüsen gehen in
[illegible] die Hypodermis und endigen
[illegible] schaftlichen Ausführ[illegible]
[illegible] flügel sieht in [illegible]
[illegible] [illegible] flügel
[illegible] von *Lema*
[illegible]

Digitized by Google

obachtete Krüger die ersten Stachelanlagen am Anfang des Puppenstadiums. Die Zellen des Hinterflügels zeigen in diesem Zeitpunkt kurze, spitzige Fortsätze, welche über die Oberfläche der Flügeldecke hervorragen. Auf diesen Fortsätzen scheidet sich dann nach und nach, im selben Verhältnis wie das Plasma schwindet, Chitin aus, bis schließlich der ganze Stachel aus dieser Substanz dargestellt wird.

Am Schluss seiner Arbeit erörtert Krüger die vielumstrittene Frage, welche morphologische Deutung dem Käfereckflügel beizulegen sei. Sind es einfache Vorderflügel, oder sind dieselben mit den Halsschildseitenlappen der Heuschrecken und Käfer, den Tegulae der Hymenopteren, den Pterygoden der Lepidopteren zu homologisieren? Obwohl eine Identifizierung der Käferdeckflügel mit den Halsschildseitenlappen manches für sich hat, so bietet doch die durch Muskulatur und Gelenkbildung hervorgerufene Beweglichkeit der Elytren einen Vergleichspunkt, der es unmöglich macht, beide Bildungen als gleichwertig zu betrachten.

Krüger kommt zu dem Schlusse, dass die Käferdeckflügel einfache Vorderflügel sind, die sich aus einer identischen Anlage entwickeln wie die Hinterflügel. Das Wachstum der beiden Gebilde verläuft, wie wir gesehen haben, eine zeitlang parallel, dann aber schlägt der Vorderflügel eine Entwicklungsrichtung ein, die ihn zu einem vom Hinterflügel sehr abweichenden Gebilde ausgestaltet. Die beiden Flügellamellen sind im Vorderflügel weiter von einander entfernt als im Hinterflügel, die Chitinausscheidung ist eine bedeutend reichlichere als dort, die Aderung fehlt vollständig. Der ganze Vorderflügel wird von einem Hohlraum durchzogen, der mit der Leibeshöhle in Verbindung steht und nur durch die chitinisierten Querbrücken eingeschränkt wird. Dieser Hohlraum ist keine primäre, sondern eine sekundäre Bildung, er ist nicht identisch mit dem ursprünglichen Flügellumen und steht also auch in keinerlei Zusammenhang mit den Adern den Aesten des Hohlraums im Hinterflügel. Zusammenfassend sagt Krüger: „Der Vorderflügel beim Käfer ist also kein durch Hemmung der Entwicklung auf niederer Stufe verharrender, primärer Flügel, sondern ein Flügel, der von der Entwicklungsart des Hinterflügels sich entfernend, nur nach einer ganz andern Seite einer veränderten Funktion gemäß sich entwickelt." v. L. [98]

Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter.

Von **Karl Knauthe.**

(Aus dem tierphysiologischen Institut der königlichen landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin.)

In Nr. 22 Bd. XVII dieser Zeitschrift berichtete ich über den Gasgehalt unserer Gewässer unter Einwirkung der chromophyllhaltigen Organismen einer- und der verschiedenartigen Belichtung andrerseits. Es erschien nun sowohl theoretisch, wie im Hinblick auf die praktischen Bedürfnisse der Fischhaltung wichtig, diese auf die Zeit des intensivsten Lebens im Wasser während des Sommers sich beziehenden Ermittlungen durch solche zu ergänzen, welche Aufklärung über den Gasgehalt des Wassers im Winter, speziell

Digitized by Google

unter der Eisdecke, liefern. Um diese Untersuchungen ausführen zu können, begab ich mich auf Anraten des Herrn Professor Dr. Zuntz am Ende des Vorjahres wiederum nach Sammenthin im Kreise Arnswalde zu Herrn G. Schulze und wählte dort aus naheliegenden Gründen den früher bereits skizzierten Dorfteich II zunächst als Versuchsobjekt aus. In diesen Pfuhl waren kurz vor meiner Ankunft in Folge des anhaltenden Regens recht beträchtliche Quantitäten Mistjauche geflossen und es brachten auch noch während der ersten Tage meines Aufenthaltes in Sammenthin Regen und Schneegestöber große Mengen fäulnisfähiger Stoffe in die zum Ueberlaufen vollen Weiher hinein, auf denen sich noch obendrein Scharen von Enten und Gänsen tummelten.

Das Wasser von Teich II und I, welch letzteren ich sehr bald in den Kreis meiner Beobachtungen zog, erschien grün, allerdings beträchtlich weniger intensiv, als im Herbste des Vorjahres und auch ohne den für die *Euglena* charakteristischen Geruch. In der That fehlte nach Untersuchungen von Herrn Privatdozent Dr. R. Kolkwitz die *Euglena* vollständig, es waren vielmehr nur Protococcus und Flagellaten, und zwar etwa im Verhältnis von 3:1 vorhanden. Das tierische Plankton war dagegen relativ bedeutend, entschieden weit massiger, als es während des Spätsommers und Herbstes 1898 gewesen war. Während jetzt zwei halbschräge Vertikalzüge mit dem Walter'schen Teichplanktonnetz durchschnittlich über 2 (2.2—2.5) ccm thierisches Plankton lieferten, ergaben sie im Herbste im Mittel nur $^1/_2$ ccm. Nach meinen Beobachtungen, die Herr Prof. Dr. L. Plate auf grund von Formalinpräparaten zu kontrolieren die Güte hatte, waren im Anfange diverse *Cyclops*-Arten die überwiegenden Faktoren im Plankton, dasselbe enthielt nur relativ wenige Daphnien. Späterhin, nach den schönen, warmen Januartagen, änderte sich das Bild insofern, als die Daphnien und mit ihnen die Flagellaten immer zahlreicher wurden. So war, wie ich an den täglich von den verschiedensten Stellen des Teiches entnommenen Durchschnittsproben konstatieren konnte, am 31. Januar das Verhältnis von Flagellaten: Protococcaceen etwa wie 3:1, von Daphnien: *Cyclops* = 2:1. — Immer massiger und massiger wurden die Flagellaten und mit ihnen die Daphnien und schliesslich trat von Mitte März an die seit Ende Februar in den Fängen beobachtete *Euglena viridis* derart rapide in den Vordergrund, dass sie Anfang April bereits mit einer *Daphnia sp.* fast den alleinigen Bestandteil des Planktons in Dorfteich II und I bildete.

Die chemische Analyse der teils von mir gesammelten, teils mir von Herrn Schulze bereitwilligst übersendeten Wasserproben ergab für den Anfang Januar neben erstaunlich großen Mengen organischer Substanz reichlich Kali, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure. In dem

Digitized by Google

Maße, wie Magnesia und Phosphorsäure abnahmen, nahm gleichzeitig die Entwickelung der Daphnien und Flagellaten zu, bis schließlich beim massenhaften Auftreten der *Euglena* nur noch Spuren von Phosphorsäure im Wasser nachweisbar waren. — Ich beschränke mich auf die Wiedergabe dieser durchaus sporadischen Befunde, welche den Pflanzenphysiologen wohl kaum Neues bieten dürften, und bemerke nur, dass in unserem Institut durch Herrn cand. agr. Wilh. Knörrich systematische Versuche über den Einfluss der verschiedenen Düngerstoffe auf die Entwickelung der Fauna und Flora nach Art der Wagner'schen Topfversuche angestellt werden.

So lange das Regenwetter in Verbindung mit lauen süd- oder südwestlichen Winden anhielt und dadurch die Temperatur ziemlich konstant auf 4—6° über 0 (Celsius) blieb, waren die tierischen und pflanzlichen Organismen anscheinend gleichmäßig in der ganzen Wassersäule verteilt, wenigstens waren zwischen den verschiedenen Stellen der Oberfläche und zwischen dieser und den tieferen Schichten gröbere Unterschiede nicht wahrnehmbar. Eine Ausnahme machten nur die Stellen, wo sich Mistjauche in den Teich ergoß. Hier war direkt am Einlauf alles Plankton verschwunden und es traten erst in einer Entfernung von 3—5 Fuß die Algen und mit ihnen die Tiere wieder auf, so dass die Einflussstellen als größere schmutzig braune, halbmondförmige Flecken sofort in die Augen fielen. (Bemerkt sei dabei ausdrücklich, dass ich früher in den Schlaupitzer und Mellendorfer Dorfteichen und jüngst erst wieder in Guhrau Kreis Pless, O.S., gerade das Gegenteil wahrgenommen habe, es konzentrierten sich dort die Planktonorganismen mit Vorliebe an den Stellen, wo die Abflüsse der Düngerstätten einliefen. Versuche im kleinen Maßstabe zeigten mir, dass die Konzentration der einmündenden Wässer für das Verhalten der Mikroorganismen wohl ausschlaggebend ist).

Das im Voraufstehenden skizzierte Bild änderte sich total zunächst bei Schneegestöber. Es verschwanden alsdann nämlich aus der stark abgekühlten oberen Schicht (+ 0,2— + 0,6° C) sehr rasch sowohl die einzelligen Pflanzen als auch die Tiere vollständig nach den tieferen und tiefsten Stellen des Teiches hin. Die in etwa 40 bis 50 cm Tiefe entnommenen Proben zeigten nunmehr eine intensiv grüne Färbung, während die von dem Ufer und der Oberfläche herrührenden ganz gelb und durchsichtig und ohne einen Schimmer von Grün erschienen. An den tiefsten Stellen und besonders im „Kessel" des Teiches wurden alsdann in zwei halbschrägen Vertikalzügen auch $3^1/_2$—4 ccm tierisches Plankton erbeutet, während an den Ufern und in den oberen Schichten die Ergebnisse der Fänge gleich Null waren. Ganz besonders schön und deutlich traten die geschilderten Erscheinungen am 19. früh

Digitized by Google

zwischen 8 und 9 Uhr auf, wo die Teiche stellenweise mit einer schwachen Eishaut überzogen waren und bei Thauwind Schnee fiel. An diesem Tage betrug die Temperatur des Teiches oben + 0.2°C, 50 cm tief dagegen + 2.8 bis + 3.0. Unter diesen Verhältnissen hatten sich die Algen, das tierische Plankton etc. an die allertiefsten Stellen zurückgezogen und lagen hier in Rillen, Fußspuren u. a. ganz dicht gedrängt, während alle, selbst die kleinsten Erhebungen gelb durchschimmerten, so dass in Folge der Klarheit des Wassers der „Kessel" wunderhübsch grüngelb marmoriert erschien. (Bemerkt sei, dass der Teich erst vor wenigen Jahren bis auf die Sohle geräumt worden war). Aehnliches trat am 24. und 25. Januar nach starken Frostnächten mit schneidendem Ostwind in Erscheinung. — Leider war es unmöglich, an diesen Tagen mit Erfolg Planktonzüge zu veranstalten, weil die Lebewesen zu dicht am Boden auflagen, dagegen waren in den vom Boden geschöpften unfiltrierten Wasserproben trotz des engen Halses der 100 ccm fassenden Kölbchen fast regelmäßig 15—20, ja mehr Crustaceen enthalten.

Auch als sich die Teiche mit einer festen Kruste von durchsichtigem Eis überzogen hatten, nahm, so lange die Eisdecke noch schwach war, die grüne Färbung nach den unteren, wärmeren Schichten hin entschieden an Intensität zu und es zeigte sich ferner dort, wo die Färbung des Wassers am intensivsten, die Wärme am größten war, selbst in der Nacht das meiste tierische Plankton. Das Bild änderte sich erst, als das Eis dicker und unter diesem stärkeren Eise das Wasser oben und unten gleichmäßig temperiert wurde, dann überwog das Lichtbedürfnis der chromophyllhaltigen Organismen so stark, dass selbst kleine Stellen, die mit einer schwachen Schneeschicht überdeckt waren oder milchiges Eis hatten, beinahe frei von tierischem und pflanzlichem Plankton waren. Dasselbe häufte sich dort, wo helles, durchsichtiges „Spiegeleis" den meisten Lichtstrahlen den Zutritt gestattete. Gleiche Wirkungen wie das grelle Sonnenlicht zeitigte dabei auch das Licht des Mondes, und zwar entfärbten sich unter dessen Einwirkung oft noch deutlicher und rascher die im Schatten der Gebäude liegenden Teichpartien, während die beleuchteten intensiv dunkelgrün erschienen und im Gegensatz zu jenen ganz auffallend größere Mengen auch von tierischem Plankton lieferten.

Um einigermaßen Garantien gegen die Veränderungen der sehr feinfühligen Thermometer beim Heraufziehen vom Teichgrunde zu haben, wurden dieselben stark mit Watte umwickelt, ca. 4—5 Minuten lang am Boden gelassen, dann rasch nach oben gezogen. Die Messungen wurden in verschließbaren Literflaschen durch die von mir früher zu Versuchen über die Temperatur im Innern der Fische benützten Maximum- und Minimumthermometer kontrolliert.

Digitized by Google

Ließ ich nun an solchen stark belichteten Stellen Löcher ins Eis hacken, so verschwanden die dort an der Oberfläche massenhaft angesammelten Organismen bei kalter Außentemperatur derart rasch nach dem Untergrunde hin, dass nicht selten bereits nach Verlauf von einer halben Stunde die vorher dunkelgrünen oberen Schichten trotz intensiver Belichtung kaum mehr Spuren von Protococcaceen, Volvocineen, und Crustaceen aufwiesen. Diese Organismen waren jetzt wohl ihrem Wärmebedürfnis folgend in einer Tiefe von 45—50 cm., also dicht am Boden, angesammelt. Im Verlaufe des Tages variierte unter Einwirkung der warmen Sonnenstrahlen das Bild abermals derart, dass gegen 2 Uhr nachmittags an diesen „Wuhnen" die Oberflächenproben in Folge des Aufsteigens aller Organismen intensiv grün erschienen und viele Crustaceen lieferten, während die Grundproben die schmutzig gelbe Färbung des filtrierten Teichwassers hatten. Nach Sonnenuntergang und Eintritt des Frostes lagen die Verhältnisse sehr bald wieder umgekehrt, also so, wie sie früher für die Morgenstunden skizziert wurden. — Eine Reihe von Temperaturmessungen mit sehr feinen, empfindlichen Instrumenten, die nach meiner Rückkehr aus Sammenthin an dem von dort mitgebrachten in einem großen Aquarium im Freien aufgestellten Teichwasser (300 L.) noch wochenlang im Institut fortgesetzt wurden, zeigten in Verbindung mit den von mir gesammelten, sehr instruktiven Präparaten diese Abhängigkeit der einzelligen grünen Organismen von Temperatur und Belichtung für den vorliegenden Fall deutlich genug.

In einer längeren Abhandlung hat Sachs auf grund zahlreicher Experimente nachzuweisen versucht, dass dieses Auf- und Absteigen der einzelligen grünen Organismen und speziell der *Euglena viridis* nicht direkt von Wärme und Belichtung, sondern vielmehr von der unter Einfluss von Regen, Temperatur u. a. m. stetig veränderten Dichte des Wassers resp. den dadurch bedingten Strömungen abhängen. Dieser Ansicht ist wiederholt von anderer Seite widersprochen worden. Ich habe auf eigene, zeitraubende Versuche zur Lösung dieser Fragen um so eher verzichten zu können geglaubt, als es uns nur daran lag, in großen Zügen ein Bild des Stoffkreislaufes und besonders des Gasgehaltes eines typischen Dorfteichwassers im Winter zu entwerfen, ohne den Erscheinungen bis zu ihren letzten Ursachen nachzugehen.

Leider stellte sich Schnee bloß für recht kurze Zeit und dann nur in geringen Mengen ein. Das sich dabei bietende Teichbild war dasselbe wie es unter dem starken Eise gewesen war. Die Temperatur der oberen und unteren Schichten variierte kaum, es zog sich also das pflanzliche und mit ihm das tierische Plankton dort zusammen, wo es das meiste Licht fand, an die Oberfläche, namentlich in den Teichen mit einer starken Entwickelung von Sumpfgas, wie in dem vor der Post gelegenen Dorfteich III.

Digitized by Google

Schon oft genug habe ich die Abhängigkeit des tierischen vom pflanzlichen Plankton im Laufe dieser Abhandlung betont, ich glaube indessen hier nochmals ganz ausdrücklich hervorheben zu müssen, dass im Sammenthiner Dorfteich während meines dortigen Aufenthaltes im Sommer und ganz besonders im Winter 1898/99 von einer auch nur annähernd gleichmäßigen Verteilung des Planktons, wie sie Zacharias u. a. annehmen und wie sie Emil Walter als Grundlage seiner Methode der biologischen Bonitierung von Fischteichen voraussetzt, nicht annähernd die Rede sein kann. Wunder nehmen kann uns diese Abhängigkeit des einen vom anderen um so weniger, wenn wir einerseits bedenken, dass das Sauerstoffbedürfnis der Mikrofauna relativ beträchtlich ist, dass ferner, wie Jos. Susta u. a. nachgewiesen haben, die Lebensbedingungen der tierischen und pflanzlichen Mikroorganismen nicht sonderlich von einander abweichen, und dass drittens die Crustaceen, Rotatorien etc. nach den mit den Befunden von Johannes Frenzel u. a. sich deckenden Beobachtungen von Prof. Zuntz und Wilh. Knörrich zu einem großen Teile von der Mikroflora leben.

Dem Weiher III, ebenfalls einem typischen Dorfteiche ohne Zu- und Abfluss, begann ich bald nach dem Eintritt stärkeren Frostes erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, weil ich erfuhr, dass im Winter 1897/1898 die in ihm befindlichen Fische sämtlich unter dem Eise erstickt seien. Zunächst kamen nach Angabe meiner Gewährsmänner die typischen Weißfische: *Leuciscus rutilus* L., *erythrophthalmus* L., *phoxinus* L., und *Gobio fluviatilis* L. taumelnd und nach Luft schnappend an die „Wuhnen", dann folgten Schleihen und Karpfen, (— der Besatz entstammte der heimischen Urrasse, die weit widerstandsfähiger ist, als die hochgezüchteten Stämme —), schließlich verendeten auch noch die wegen ihrer großen Lebenszähigkeit bekannten Giebel (*Carassius carassius var. gibelio* Bl.) und Schmerlen (*Cobitis barbatula* L. und *Misgurnus fossilis* Günth.). Augenzeugen behaupteten ferner, dass auch die Wasserwanzen (*Notonecta*, *Corisa* etc.), *Dytiscus* und Wasserflöhe (Daphnien) zahlreich eingegangen seien, ein Faktum, welches Herr Rittergutsbesitzer Böhm auf Hohenwalde in einem stark verschlämmten See ebenfalls beobachtet hat. In diesem See waren im Winter 1897/1898 allerdings nur die größeren Bleien, Plötzen und Hechte neben den genannten Insekten abgestorben damals, als den dicht zugefrorenen See wie den Dorfteich III in Sammenthin eine dicke Schneeschicht wochenlang einhüllte.

Der in Rede stehende Pfuhl III in Sammenthin, — auch er wird durch die Abflüsse der Düngerstätten und Aborte, sowie durch Scharen von Enten und Gänsen mit organischer Substanz im Ueberschuss versehen —, ist sehr stark verschlämmt, während die beiden anderen Dorfteiche, wie bereits erwähnt, erst jüngst von den Bauern bis auf

Digitized by Google

die lettige Teichsohle geräumt worden waren. Der Modder liegt an manchen Stellen bei einer Gesamttiefe von $1^1/_2$ m (bis zur blanken Teichsohle) über 1 m. Das Wasser zeigte schon makroskopisch ganz beträchtlich geringere Quantitäten von tierischem und pflanzlichem Plankton, doch war nach R. Kolkwitz weder in der Zusammensetzung der gleichzeitigen Proben noch im Wechsel der Arten der Organismen ein grober Unterschied den beiden anderen Teichen gegenüber bemerkbar. Dasselbe gilt von dem Verhalten der Mikroorganismen gegen Wärme und Licht, doch wurden die Randpartieen mit ihrer geringeren Schlammablagerung und namentlich ein paar Stellen, an denen Kalk von Neubauten her während des Sommers und Herbstes in den Teich gelangt war, ganz entschieden vor den stark verschlämmten Mittelpartien bevorzugt. Ja, Anfang Februar war trotz der annähernd gleichen Temperatur der ganzen Wassersäule das Verhalten der Mikroorganismen insofern von dem der in I und II befindlichen abweichend, als sie den Mittelpartien mit ihrer kräftigen Sumpfgasentwickelung, trotzdem hier die stärkste Belichtung stattfand, entschieden aus dem Wege gingen und sich mehr an den weniger stark belichteten Uferpartien aufhielten. Selbst im grellen Sonnenlicht bei schöner, warmer Temperatur war alsdann das Wasser der „Wuhnen" hell ohne einen Stich ins Grüne und es fehlte auch die in den anderen Teichen alsdann stets beobachtete alkalische Reaktion. Ganz erhebliche Unterschiede den anderen beiden Teichen gegenüber zeigten sich im Gasgehalt des Wassers von diesem Pfuhl, wie ich in Tab. V ziffernmäßig nachweisen werde, und es stieg mit der zunehmenden Dicke der Eisdecke namentlich der Gehalt an Sumpfgas bei gleichzeitiger Abnahme des Sauerstoffs zu recht beträchtlicher Höhe an. Mächtige Blasen von diesem schädlichen Gase waren unter dem Eise in der Mitte des Teiches angesammelt, während in I und II kaum welche wahrgenommen wurden. Ein besonderes Vergnügen gewährte es der Dorfjugend, Löcher ins Eis zu bohren und nach meinem Vorgange das ausströmende Gas zum Brennen zu bringen.

Am 3. Februar kamen einige im Laufe des Sommers durch Bauernknaben wieder eingesetze Plötzen taumelnd an die Oberfläche, wo sie von Schulkindern ergriffen und den Enten als Futter vorgeworfen wurden, am 4. Februar trieben einige *Dytiscus marginalis* und *Notonecta* tot in der „Wuhne" herum. Von abgestorbenen oder betäubten Crustaceen konnte ich trotz eifrigen Ketscherns und Fischens mit dem Planktonnetz nichts entdecken, wohl aber konnte ich das sicherlich nicht uninteressante Faktum konstatieren, dass die Mikrofauna und -flora sich abermals im weitesten Umkreise von der gefährlichen Stelle nach den Ufern, und grade nach den modderfreien Uferpartien, hingedrängt hatte; hier wimmelte es auch von den in der Mitte fehlenden Wasserwanzen. Dass gerade die Fische und die größeren Wasser-

Tab. I. Einfluss der Vermehrung der einzelligen grünen Organismen auf den Sauerstoffgehalt des Wassers im Winter (Teich II).

Datum	Tageszeit	Tiefe der Probenahme	Temp. ° C	Belichtung	Menge der pflanzl. Organismen[1]	Menge der tier. Organismen[1]	Gehalt des Wassers an O red. a.	Gehalt des Wassers an CO_2 0° u. 760 mm	Gehalt des Wassers an N	Bemerkungen
5. Jan.	2h 30′ p. m.	Oberfläche	+ 0.2	Sonnensch.	0	0	1.84	0.09	2.19	
5. „	„ „	50 cm	+ 3.0	„	*	*	1.82	0.16	2.40	
8. „	12h mitt.	Oberfläche	+ 3.6	Regen	*	*	1.33	0.28	2.48	
8. „	„ „	25 cm	+ 3.8	„	*	*	1.33	0.42	2.67	
9. „	1½h p. m.	Oberfläche	+ 3.8	Sonnensch.	*	*	1.92	0.06	2.17	
9. „	„ „	40 cm tief	+ 3 8	„	†	†	1.84	0.09	2.36	
9. „	3h p. m.	Oberfläche	+ 4.0	„	*	*	1.98	a.R.	2.09	
9. „	„ „	40 cm	+ 4.0	„	†	+	1.88	„	2.38	
11. „	11h a. m.	Oberfläche	+ 1.2	klar und	+	+	2.00	0.14	2.32	Während des Tauwetters und der dadurch bedingten Erwärmung des Teichwassers hatte eine Vermehrung der Flagellaten etc. stattgefunden (s. Text).
11. „	„ „	40 cm	+ 3.4	Frost	*	*	2.30	0 12	2.42	
12. „	2h p. m.	Oberfläche	+ 0.4	Sonnensch.	0	0	2.32	0.12	2.36	
12. „	„ „	40 cm	+ 3.8	„	*	*	2.46	0.26	2.38	
12. „	4h p. m.	Oberfläche	+ 0.6	Dämmerung	0	0	2.38	a.R.	2.36	
12. „	„ „	40 cm	+ 3.8	„	*	*	2.42	„	2.38	
12. „	9h p. m.	Oberfläche	+ 0.6	dunkel	0	0	2.36	„	2.42	
12. „	„ „	40 cm	+ 3.8	Frost	*	*	2.32	0.04	2.48	
14. „	12h mitt.	+ Oberfl.	+ 3.8	Regen	*	*	2.78	0.04	2.58	Vom 13.—17. Tauwetter mit lauem Regen, starker Vermehrung von Flagellaten etc.
14. „	„ „	30 cm	+ 3.8	„	†	+	2.75	0.08	2,63	
16. „	„ „	Oberfläche	+ 3.0	„	*	*	2.98	0.04	2.49	
16. „	„ „	40 cm	+ 3.0	„	+	+	2.92	0.09	2.58	
17. „	12h 30′ mitt.	Oberfläche	+ 4.0	Sonnensch.	*	*	4.20	a.R.	2.46	
17. „	„ „	40 cm	+ 3.8	„	†	†	4.20	„	2.54	
18. „	9h p. m.	Oberfläche	+ 0.3	Mondschein[2]	0	0	4.00	0.03	2.36	
18. „	„ „	40 cm	+ 3.6	„	*	*	3.86	0.08	2.50	
20. „	3h p. m.	Oberfläche	+ 3.8	Sonnensch.	*	*	4.30	a.R.	2.20	Vom 20.—28. inkl. am Tage meist bei prachtvollem Sonnenschein Tauwetter.
20. „	„ „	50 cm	+ 4.0	„	*	*	4.30	„	2.40	
21. „	11h a. m.	Oberfläche	+ 3.8	„	*	*	4.60	„	2.20	
21. „	„ „	40 cm	+ 4.1	„	*	*	4.40	„	2.46	
26. „	„ „	Oberfläche	+ 2.4	„	*	*	4.60	„	2.10	
26. „	„ „	40 cm	+ 3.8	„	*	*	4.50	„	2.32	

1) O bedeutet keine, + wenig, † viel, * sehr viel Organismen.
2) s. auch Tab. IV.

Tab. II. Beobachtungen über den Gasgehalt A: des Kessels vom Karpfenteich I (120 Stück ca. $1^1/_2$—2 pfündige Karpfen, viele Schleihen und viel tierisches Plankton), B. eines an Diebeln sehr reichen Pfuhles im Felde.

A.								B.							
Datum	Tageszeit	Tiefe der Probenahme	Temp. des Wassers ° C	Belichtung und Lufttemp.	Gehalt des Wassers an O red. a.	CO_2 0° u.	N 760 mm	Datum	Tageszeit	Tiefe der Probenahme	Temp. des Wassers ° C	Belichtung und Lufttemp.	Gehalt des Wassers an O red. a.	CO_2 0° u.	N 760 mm
11. Jan.	$9^1/_4$ h a. m.	40	+ 1.0	klar, kalt	1.98	0.20	2.42	26. Jan.	12 h mitt.	1 m 40 cm	+ 4.2	Sonnsch.	2.42	a.R.	2.54
12. „	10 h a. m.	„	+ 1.2	Sonnschein	2.02	0.16	2.38	26. „	8 h p. m.	—	+ 3.8	klar, Frost	2.40	0.02	2.56
12. „	1 h p. m.	„	+ 1.2	„	2.10	a.R.	2.44	26. „	8 h p. m.	Oberfl.	+ 0.2	„ „	2.40	a.R.	2.42
12. „	11 h p. m.	„	+ 0.8	Frost, klar	1.96	0.02	2.44	26. „	$11^3/_4$ h m.	1 m 30 cm	+ 3.6	„ „	2.32	0.06	2.56
13. „	2 h nachts	„	+ 1.2	Thauw.	1.96	0.08	2.42	27. „	7 h morg.	„ „	+ 3.4	„ „	2.28	0.21	2.54
13. „	12 h mitt.	„	+ 3.2	bew ölkt	1.74	0.92	2.40	29. „	10 h a. m.	Oberfl.	+ 1.2	Thauw.	2.06	0.52	2.52
14. „	2 h „	„	+ 4.4	„	1 68	1.57	2.28	29. „	10 h „	1 m 30 cm	+ 3.8	„	1.86	1.02	2.58
16. „	2 h „	„	+ 4.8	„	1.65	1.68	2.25	29. „	$9^3/_4$ h p. m.	„ „	+ 4.0	„	1.62	2.04	2.58
17. „	2 h „	„	+ 5.2	Sonnsch.	1.92	a.R.	2,25	30. „	12 h mitt.	Oberfl.	+ 1.4	Sonnsch.	2.06	a.R.	2.52
17. „	4 h „	„	+ 2.0	diff. Tagsl.	2.06	„	2.37	30. „	4 h „	„	+ 1.4	diff. Tagsl.	2.12	„	2.50
17. „	9 h „	„	+ 1.4	Frost, klar	2.02	„	2.42	30. „	11 h p. m.	„	+ 0.4	Frost	2.01	0.04	2.46
18. „	11 h „	„	+ 1.6	Sonnsch.	2.10	„	2.48	30. „	11 h „	1 m 30 cm	+ 3.8	„	1.98	0.14	2.58
19. „	2 h nachts	„	+ 0 8	kalt. klar	2.04	0.02	2.48	1. Febr.	12 h mitt.	Oberfl.	+ 2.8	Eisdecke	2.12	0.03	2.46
3. Febr.	9 h p. m.	„	+ 3.2	Schnee	1.88	0.42	2.54	1. „	12 h „	1 m 40 cm	+ 3.8	„	1.92	0.24	2.64
4. „	3 h morg.	„	+ 3.8	„	1.86	0.54	2.58	2. „	1 h p. m.	Oberfl.	+ 3.6	Schnee	2.01	0.12	2.44
								2. „	1 h „	1 m 40 cm	+ 3.8	„	1.94	0.36	2.62
								3. „	4 h „	Oberfl.	+ 4.0	„	1.98	0.26	2.48
								3. „	4 h „	1 m 40 cm	„	„	1.88	0.48	2.64

In beiden Teichen waren „Wuhnen“ nicht angebracht. In A wurden in 2 halbschrägen Vertikalzügen 3—4 ccm tierisches Plankton, darunter viele *Notonecta* und *Corisa* in B 2 ccm erbeutet. Die Fische lagen dicht gedrängt im „Kessel“. Pflanzen am Grunde fehlten fast vollständig. Die Planktonflora war gering.

Digitized by Google

Tab. III. Beobachtungen über Sauerstoffzehrung in dem mehrmals filtrierten Teichwasser aus I und II und dem Entenpfuhl.

Das Wasser stand:	wie viele Stunden?	Temp. ° C	Wasser enthielt anfangs (red. a. 0° und 760 mm) O	CO_2	N	Nach dem Stehen enthielt dasselbe Wasser: (red. a. 0° und 760 mm) O	CO_2	N	Wasser stammte aus:
in der Sonne (Hof)	6	+ 2.8/3.0	0.95	0.54	2.4	0.96	0.56	2.40	dem pflanzenlosen Entenpfuhl.
im Schatten geschützt	8	+ 3.8				0.94	0.60	2.38	
im Schafstall (Schatten)	3	+ 12.6				0.62	1.76	2.02	
„ „ (belichtet)	3	„				0.48	3.06	1.98	
im Hof in der Sonne	6	+ 2.8	1.56	0.14	2.10	1.56	0.20	2.14	Teich I.
„ „ im Schatten	6	+ 2.8				1.56	0.21	2.14	
im Zimmer in der Sonne	4	+ 8.8				1.18	0.84	2.06	
im „ im Schatten	8	+ 8.8				1.30	0.72	2.04	
in der Vorratskammer belichtet	6	+ 4.2				1.52	0.24	2.12	
„ „ „ im Schatten	6	+ 4.2				1.60	0.26	2.12	
im Zimmer im Schatten	12	+ 10.2				1.02	1.48	1.99	
im Hof (Sonne)	5	+ 3.6	2.40	0.09	2.20	2.30	0.16	2.10	Teich II.
im Hof (Schatten)	8	+ 3.2				2.36	0.14	2.18	
im Zimmer Sonne	3	+ 20				1.22	0.98	1.78	
„ „ Schatten	3	+ 20				1.56	0.62	1.74	
„ „ Schatten	14	+ 17/20				1.04	2.80	1.74	
in der Vorratskammer diff. Licht	10	+ 3.8				2.32	0.24	2,18	

Digitized by Google

Tab. IV. Einige Beobachtungen über Einfluss von Wärme und Licht auf den Gasgehalt der Gewässer im Winter (Teich II).

Datum	Tageszeit	Tiefe, aus d. Proben entnom. wurden	Temp. ° C	Belichtung	Menge der tier. Organismen	Menge der pflanzl. Organismen	Gehalt des Wassers an: O red. a. 0° u. 760 mm	Gehalt des Wassers an: CO_2 red. a. 0° u. 760 mm	Gehalt des Wassers an: N red. a. 0° u. 760 mm	Bemerkungen
8. Jan.	4 h p. m.	Oberfl.	+ 3.9	Dämmerung	*	*	1.52	0.14	2.48	
8. „	4 h „	40 cm	+ 4.0	„	†	†	1.40	0.31	2.64	
8. „	10 h „	Oberfl.	+ 4.0	Regen	*	*	1.16	0.74	2.50	
8. „	10 h „	40 cm [1]	+ 4.0	„	+	+	1.04	0.82	2.65	
9. „	12 h nachts	Oberfl.	+ 4.2	„	*	*	0 98	1.22	2.48	
9. „	12 h „	40 cm	+ 4.2	„	+	0	0.86	2.14	2.56	
9. „	2 h „	Oberfl.	+ 4.2	„	*	*	0.94	1.38	2.54	
9. „	2 h „	40 cm	+ 4.2	„	+	0	0.78	2.30	2.68	
9. „	9 h a. m.	Oberfl.	+ 4.0	diff. Licht	+	+	1.16	0.78	2.46	
9. „	9 h „	40 cm	+ 4.0	„ „	0	0	0.96	1.00	2.66	
9. „	9 h „	Oberfl.	+ 4.0	Sonnensch.	*	*	1.49	0.26	2.40	
9. „	9 h „	40 cm	+ 4.0	„	†	†	1.40	0.34	2.56	
18. „	11 h „	Oberfl.	+ 0.6	„	0	0	4.90	a R.	2.36	
18. „	11 h „	40 cm	+ 3.6	„	*	*	4.60	„	2.48	
18. „	2 h p. m.	Oberfl.	+ 0.8	„	0	0	4.90	„	2.32	
18. „	2 h „	40 cm	+ 3.6	„	*	*	4.52	„	2.52	
18. „	6½ h „	Oberfl.	+ 0.4	klar, kalt	0	0	4.32	„	2.40	
18. „	6½ h „	40 cm	+ 3.6	„	*	*	4.08	„	2.56	
18. „	11 h „	Oberfl.	+ 0.4	Mondsch.	0	0	4.02	0.03	2.36	
18. „	11 h „	40 cm	+ 3.8	„	*	*	3.92	0.06	2.60	
18. „	3 h nachts	Oberfl.	+ 0.6	dunkel	0	0	3.96	0 08	2.40	
18. „	3 h „	Oberfl.	+ 3.8	(seit 11 h)	*	*	3.84	0.21	2.64	
19. „	11 h a. m.	40 cm	+ 0.2	diff. Licht	0	0	4.30	0.04	2.32	
19. „	11 h „	50 cm	+ 3.8	„ „	*	*	4.00	0.14	2.46	
19. „	1 h p. m.	Oberfl.	+ 0.9	Sonnensch.	+	+	4.60	a.R.	2.34	
19. „	1 h „	50 cm	+ 3.4	„	†	*	4.60	„	2.48	

Proben desselben unfiltr. Teichwassers im Zimmer ergaben [1]).

Temp. ° C	Belichtung	Gehalt des Wassers an: O	Gehalt des Wassers an: CO_2	Gehalt des Wassers an: N	Bemerkungen
4.0	Sonnsch.	4.52	a.R.	2.28	
+ 16	„	2.80	„	1.70	
+ 16	dunkel	2.00	1.32	1.70	
4.0	„	4.02	a.R.	2.34	
16.0	„	0.92	1.54	1.70	
16.0	Mondsch.	2.60	0.88	1.66 [2])	d. d. d.
16.0	dunkel	0.64	2.12	1.70	
4.0	„	3.98	0.32	2.36	
16.0	diff. Licht	2.00	1.26	1.70	
4.0	„ „	4.50	0.06	2.18	
18.0	Sonnsch.	2.92	a.R.	1.94	
4.0	„	4.68	„	2,20	

1) sämtliche Proben waren reich an Mikroorganismen, sie stellten Parallelproben der nebenstehenden vor.
2) eine besondere Probe, die seit 8½ h im Mondschein stand.

Digitized by Google

Tab. V. Beobachtungen über den Gasgehalt in dem stark verschlämmten Dorfteich III.

Datum	Tageszeit	Tiefe der Probe-nahme	Temp. ° C	Belichtung	Menge der Organismen: pflanzl.	tier.	Gehalt des Wassers an: O red. a. 0° und 760 mm	CO_2	N	Bemerkungen
26. Jan.	10 h a. m.	Oberfläche	+ 2.0	Sonnensch.	0	+	2.60	1.20	3.60	
26. „	10 h „	50 cm	+ 3.2	„	0	0	2.10	1.68	3.90	
26. „	1 h p. m.	Oberfläche	+ 2.0	„	0	0	2.30	1.20	3.70	
26. „	1 h „	50 cm	+ 3.2	„	0	0	1.72	2.20	3.90	
26. „	7 h „	Oberfläche	+ 2.2	klar, kalt	0	0	2.00	1.84	3.80	
26. „	7 h „	50 cm	+ 3.6	„ „	0	0	1.60	2.68	3.98	
27. „	1 h „	Oberfläche	+ 2.4	Sonnensch.	0	0	1.80	2.00	3.80	
27. „	1 h „	50 cm	+ 3.8	„	0	0	1.08	2.98	4.06	
28. „	1 h „	Oberfläche	+ 2.8	Regen	0	0	1.62	2.44	3.80	
28. „	1 h „	50 cm	+ 3.8	„	0	0	0.90	3.48	4.10	
28. „	8 h „	Oberfläche	+ 3.0	„	0	0	0.70	2.76	3.98	
28. „	8 h „	50 cm	+ 4.2	„	0	0	0.40	3.58	4.20	Die Hälfte, wenn nicht mehr, des als Stickstoff bestimmten Gasmenges ist Methan (siehe Text S. 797).
2. Febr.	12 h mitt.	Oberfläche	+ 4.0	Schnee	0	0	0.60	3.00	4.10	
2. „	12 h „	50 cm	+ 4.2	„	0	0	0.38	4.10	4.40	
4. „	9 h a. m.	Oberfläche	+ 0.8	kalt	0	0	0.52	3.00	4.10	
4. „	9 h „	50 cm	+ 4.0	„	0	0	0.36	4.02	4.50	

Digitized by Google

Tab. VI. Beobachtungen an Teich II mit Wuhnen und Teich I ohne dieselben.

Datum	Zeit	Tiefe der Probenahme	Temp. ° C	Belichtung	Menge der Organismen: pflanzl.	tier.	Gehalt des Wassers an: O (red. 0° und 760 mm)	CO_2	N	Bemerkungen
27. Jan.	12 h mitt.	Oberfläche	+ 1.2	Sonnensch.	*	*	4.60	a. R.	2.10	Teich II mit großen Wuhnen.
27. „	12 h „	40 cm	+ 3.8	„	+	+	4.40	„	2.40	
27. „	9 h p. m.	Oberfläche	+ 0.4	kalt, klar	0	0	4.30	0.02	2.16	
27. „	9 h „	40 cm	+ 4.0	„	*	*	4.30	0.06	2.40	
28. „	2 h nachts	Oberfläche	+ 0.3	„	0	0	4.02	0.12	2.20	
28. „	2 h „	40 cm	+ 4.0	„	*	*	4.08	0.16	2.40	
28. „	4 h „	Oberfläche	+ 0.6	Mondsch.	*	*	4.12	0.06	2.24	
28. „	4 h „	40 cm	+ 3.8	„	0	0	4.08	0.20	2.42	
27. Jan.	12 h m	Oberfläche	+ 3.8	Sonnensch.	*	*	4.40	a. R.	2.20	Teich I ohne Wuhne.
27. „	12 h „	45 cm	+ 4.0	„	0	0	3.20	0.76	2.54	
27. „	9 h p. m.	Oberfläche	+ 3.8	kalt, klar	*	*	4.10	0.24	2.32	
27. „	9 h „	45 cm	+ 4.0	„	0	0	2.86	1.82	2.62	
27. „	12 h nachts	Oberfläche	+ 3.8	Mondschein	*	*	4.22	0.12	2.30	
27. „	12 h „	45 cm	+ 4.0	„	0	0	2.84	1.56	2.62	
28. „	4 h „	Oberfläche	+ 4.0	„	*	*	4.30	0.16	2.26	
28. „	4 h „	45 cm	+ 4.0	„	0	0	2.76	1.87	2.54	

Digitized by Google

Tab. VII. Beobachtungen in Teichen mit starker Vegetation am Grunde.

A. Eggenpfuhl.

Datum	Zeit	Tiefe der Probenahme	Temp. ° C	Belichtung	Gehalt des Wassers an: O red. a.	CO_2 0° u. 760 mm	N
27. Jan.	1 h p. m.	Oberfläche	+3.8	Sonnenschein	0.78	2.68	2.02
27. „	1 h „	1 m 20 cm	+4.0	„	0.48	3.42	2.24
27. „	7 h „	Oberfläche	+4.0	kalt	0.68	2.90	2.06
27. „	7 h „	1 m 20 cm	+4.0	„	0.40	3.48	2.34
28. „	8½ h „	Oberfläche	+3.8	feucht. Regen	0.67	3.54	2.00
28. „	„ „	1 m 20 cm	+4.0	„	0.32	4.00	2.38
		nach Abeisen einer größeren Fläche					
28. „	2 h „	Oberfläche	+1.8	schw. Sonnsch.	1.42	1.64	2.06
28. „	2 h „	1 m 20 cm	+3.8	„ „	1.86	0.62	2.20
28. „	4 h „	Oberfläche	+2.0	feucht. Regen	1.40	1.42	2.00
28. „	4 h „	1 m 20 cm	+3.8	„ „	1.20	0.84	2.30
		B. Teufelspfuhl.					
30. „	1 h „	Oberfläche	+3.8	Sonnenschein	1.06	1.32	2.18
30. „	1 h „	1 m 10 cm	+4.0	„	0.76	2.23	2.42
30. „	3 h „	Oberfläche	+4.0	„	1.18	1.32	2.07
30. „	3 h „	1 m 10 cm	+4.0	„	0.76	2.23	2.48
30. „	9½ h „	Oberfläche	+4.0	dunkel	0.88	1.76	2.08
30. „	„ „	1 m 10 cm	+4.0	„	0.61	2.58	2.50
		nach Abeisen einer Fläche					
31. „	1 h „	Oberfläche	+1.6	Sonnenschein	1.22	1.04	2.10
31. „	1 h „	1 m 10 cm	+3.4	„	1.74	0.98	2.56

käfer abstarben, erklärt sich wohl am leichtesten aus dem allbekannten Faktum, dass diese Tiere in dem sehr verschlämmten Kessel zu überwintern oder sich aufzuhalten pflegen.

Bevor ich daran gehe, meine Beobachtungen über den Gasgehalt des Wassers der Sammenthiner Dorfteiche während der Wintermonate in tabellarischer Form wiederzugeben, sind einige allgemeine Bemerkungen doch wohl noch ganz am Platze, zumal sie die in den Tabellen enthaltenen Ziffern erläutern.

Bei meinen Respirationsversuchen hatte es sich gezeigt, dass mit dem Absinken der Temperatur die im Sommer sehr beträchtliche Sauerstoffzehrung im Wasser fast ganz aufhörte. Dies ist begreiflich, da bei der niedrigen Temperatur sowohl die Bakterienwirkungen als auch der Stoffwechsel der Kleinfauna auf ein Minimum reduziert ist. Trotzdem hatte ich im filtrierten und dadurch von den größeren tierischen und den chlorophyllführenden Organismen befreiten Teichwasser eine weit intensivere Sauerstoffzehrung erwartet und war erstaunt, selbst bei Tauwetter und einer der unter der dicken Eisdecke herrschenden gleichen Temperatur von 3—4° C nach stundenlangem Stehen sogar unter Einfluss des Sonnenlichtes eine merkliche Abnahme nicht zu bekommen. Dagegen zeigten die im warmen Zimmer aufgestellten Proben von demselben filtrierten Teichwasser namentlich bei intensiver

Digitized by Google

Belichtung einen erheblichen O Verbrauch und eine recht beträchtliche CO_2-produktion (siehe Tab. III).

Aus dieser geringen Sauerstoffzehrung im Wasser erklären sich wohl auch die auffallend niedrigen im Teiche selbst beobachteten CO_2-zahlen, ihre geringe Zunahme in der Nacht und minimale Abnahme bei Tage. Diese Schwankungen im Gasgehalt blieben in Teich I und II wochenlang innerhalb gewisser minimaler Grenzen annähernd von gleicher Größe. Eine Ausnahme bildeten nur die Perioden mit wärmerer Witterung und namentlich Tauwetter. Alsdann fand, wie oben bereits genauer angegeben wurde, eine mehr oder minder starke Vermehrung gewisser chlorophyllhaltiger Organismen statt und es schnellte in Folge davon der ohnedem hohe Sauerstoffgehalt mit einem Ruck in die Höhe (s. Tab. I), um nach Eintritt von Frostwetter mit seiner lähmenden Wirkung auf alle Organismen bis auf die Spaltpilze und Bakterien hinab in allen Teichen ohne merkliche Schlammabsonderung recht lange sich auf dieser ansehnlichen Höhe zu halten, während in Pfuhl III mit seiner Entwicklung von Sumpfgas der Sauerstoffgehalt in stark abfallender Tendenz begriffen war (s. Tab. V). Diese Abnahme dürfte hier wohl rein mechanisch in der Art zu Stande kommen, dass das vom Grunde aufsteigende Methan die im Wasser absorbierten Gase verdrängt, bezw. mit sich in die Luft entführt.

Aus der oben erwähnten geringen Sauerstoffzehrung in Verbindung mit dem Bestreben der einzelligen grünen Organismen, sich bei jeder günstigen Gelegenheit stark zu vermehren, erklärt sich ferner auch die sehr oft, jedenfalls weit öfter als im Sommer, beobachtete stark alkalische Reaktion bei Prüfung mit Phenolphthalëin, die sich nunmehr ganz im Gegensatz zu den Sommerbeobachtungen recht weit in die Tiefe erstreckte und nach Untergang des Tagesgestirnes noch bis tief in die Nacht anhielt. Damit steht im Einklange, dass an hellen, kalten Tagen unter einer dünnen Kruste von Spiegeleis auch die tiefsten Schichten mit ihrer massenhaften Ansammlung von chlorophyllhaltigen Organismen eine mehr oder minder stark alkalische Reaktion bei Zusatz von Phenolphthalëin zeigten, ja Becken mit reichlicher Algenvegetation, wie ein paar inmitten des Feldes gelegene Pfuhle lieferten alsdann bis nach dem 1—2 m tiefen Grunde hin diese alkalische Reaktion in den verschiedensten, sehr schönen Abstufungen nach unten hin immer intensiver werdend. Es wurde alsdann eben die geringe im Wasser vorhandene Kohlensäuremenge zur Sauerstoffbildung verwendet.

Die Stickstoffzahlen erscheinen auffallend hoch. Der Grund dafür ist einmal darin zu suchen, dass bei niedriger Temperatur die Absorptionskoëffizienten aller Gase im Wasser relativ hohe sind, zweitens war ein Teil des als Stickstoff bestimmten Gases Methan, das als solches leider nicht gesondert bestimmt werden konnte. Durch gröbere

Digitized by Google

Hilfsmittel, wie das Anzünden des ausströmenden Gases, konnte nur ein sehr ungefährer Ueberblick über die wahre Zusammensetzung dieses „Stickstoffs" gewonnen werden.

Wie bekannt, überwintern die modernen Teichwirte ihren einsömmrigen. oft genug (namentlich bei der vierjährigen Periode) auch den zweijährigen Karpfen- und Schleihensatz in ganz besonderen Teichen, den sogen. Winterungen, und vermeiden dabei einen starken Durchstrom schon aus dem Grunde, damit die Tiere ruhig im Winterlager liegen und nicht unnötig abmagern. Sehr viele Dorfteiche und ähnliche Pfuhle besitzen überhaupt keinen Zu- und Abfluss und doch halten sich die Fische, falls die Lachen nicht zu stark verschlämmt sind, ganz ausgezeichnet in ihnen, obgleich sowohl durch die Karpfen, als auch durch die gar nicht unbedeutende Kleinfauna immerhin beträchtliche Mengen Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure produziert werden. Wenn wir nun nicht nur im Dorfteiche, sondern, wie die nachfolgende Tab. II zeigt, auch im flachen Kessel des Teiches trotz der dort angesammelten Mengen von Fischen und tierischem Plankton neben auffallend niedrigen CO_2-zahlen recht beträchtliche Sauerstoffmengen konstant finden, so dürfte meines Erachtens der Grund dafür doch wohl darin zu suchen sein, dass die auf- und absteigende Mikroflora die von den Tieren produzierte Kohlensäure gebraucht, um daraus Sauerstoff zu bilden. Die Geringfügigkeit der während vieler Nächte beobachteten Veränderungen im Gasgehalt der Gewässer erklären sich wohl daraus, dass durch den Frost und seine Wirkungen der Stoffwechsel auch der Mikroorganismen außerordentlich herabgemindert wird.

Von Interesse und nicht ohne praktische Bedeutung sind die Beobachtungen an den sogen. Wuhnen, d. h. den ins Eis gehackten Löchern, welche ich in Tab. VI und VII folgen lasse. Diese Oeffnungen werden bekanntlich in der Absicht angelegt, dem Wasser den Verkehr mit der Luft und dadurch das Entweichen schädlicher und das Eindringen guter Gase zu ermöglichen. Die Wirkung dieser „Wuhnen" scheint mir indessen in der Hauptsache auf anderen Faktoren zu beruhen. Man pflegt aus naheliegenden Gründen solche Löcher erst dann anzulegen, wenn das Eis genügend stark ist. Unter solchem starken Eise dürfte aber fast ohne Ausnahme die Temperatur der ganzen Wassersäule eine sehr gleichmäßige sein, es werden sich in Folge davon die chlorophyllhaltigen Organismen, wie im Vorausstehenden gezeigt wurde, ihrem Lichtbedürfnis gemäß an der Oberfläche konzentrieren und es wird mithin an den tiefsten Stellen, an denen sich die lethargischen Weißfische aufhalten, wenn auch sehr allmählich, eine Verarmung an Sauerstoff und Bereicherung an Kohlensäure eintreten. Dieser Zustand dürfte sich um so eher herausbilden, je mehr durch gleichmäßige Temperatur des Wassers in allen Schichten

Digitized by Google

Strömungen desselben ausgeschlossen sind. Dazu gesellt sich in verschlämmten Teichen noch ein mehr oder minder beträchtliches Quantum von dem schädlichen Methan. Wenn wir uns dem gegenüber das auf pag. 789 Gesagte in Verbindung mit den in den folgenden Tabellen enthaltenen Daten betrachten, so liegt doch wohl der Schluss nicht fern, dass auch hierbei die Stoffwechselprodukte der einzelligen grünen Organismen im Verein mit den durch die Temperaturunterschiede bedingten Strömungen eine ungleich größere Rolle spielen, als der einfache Diffussionsverkehr mit der Luft. Dazu kommt in manchen Teichen und Seen noch die Wirkung der Grundalgen, sowie, wenngleich in geringerem Grade, auch die der höher organisierten Pflanzen, wie namentlich der *Elodea*. So lange diese Pflanzen gezwungen sind, im Dunkeln zu vegetieren, produzieren sie aus dem im Wasser enthaltenen Sauerstoff Kohlensäure, treten sie mithin als Konkurrenten und Feinde der Weißfische auf, während sie umgekehrt, sobald durch die Wuhnen Licht in den Teich dringt, die von den Fischen etc. produzierten Kohlensäurequantitäten zur Sauerstoffbildung verwenden. Einige sehr instruktive Daten lieferten die Beobachtungen in dem mit *Elodea* und diversen einzelligen Grundalgen reichlich bewachsenen „Eggenpfuhl", sowie in einem anderen Tümpel mit zahlreichen am Grunde liegenden Fadenalgen, welche ich in Tab. VII wiedergebe.

So viel mir bekannt, hat man in praktischen Kreisen gerade diesen Faktoren so gut wie noch gar keine Aufmerksamkeit geschenkt und im Gegenteil weit kompliziertere Mittel eher als dieses empfohlen, wie man ja überhaupt der Mikroflora im Gegensatz zur Mikrofauna nur eine untergeordnete, nebensächliche Rolle zuschreibt. Es dürfte sich sicherlich empfehlen nach dieser Richtung hin planmäßige Versuche anzustellen, um solchergestalt auf einfache und billige Manier seinen Teichen genügende Sauerstoffmengen zuführen zu können, zumal die Kultur größerer Algenquantitäten relativ mühelos ist.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, dass wir mehrere Male in gewöhnlichem Brunnenwasser, in dem weder makroskopisch noch mikroskopisch Organismen nachweisbar waren, unter Einwirkung des grellen Sonnenlichtes neben einer alkalischen Reaktion ganz auffallend hohe Sauerstoffzahlen fanden. Im Verlaufe eines Monats bildete sich in diesem Brunnenwasser ein intensiv grüner Niederschlag, den Herr Dr. Kolkwitz als von Protococcus oder Pleurococcus herrührend diagnosticierte. [90]

Toxine und Schutzstoffe.

Die Thatsache, dass das Ueberstehen gewisser Krankheiten die davon betroffenen Menschen auf kürzere oder längere Zeit vor dem Wiederauftreten der Krankheit schützt, ist eine sehr lange bekannte. Namentlich von den Blattern weiß man dies schon seit Jahrhunderten und hat auch

Digitized by Google

schon frühzeitig versucht, Menschen durch Einimpfung von Blatterngift gegen das Erkranken an den Pocken zu schützen. Gemeingut der Wissenschaft ist diese Erfahrungsthatsache seit den denkwürdigen Versuchen von Edward Jenner, dem es gelang, durch Einimpfung von stark abgeschwächtem Blatternvirus den Geimpften für eine bestimmte Zeit vor der Erkrankung an den echten Pocken zu schützen. Man hat später diese Unempfindlichkeit gegen Krankheitsgifte als „Immunität" bezeichnet und unterscheidet nun zwischen der erwähnten „erworbenen" und einer „angeborenen" Immunität, vermöge welcher das sie besitzende Lebewesen von vornherein gegen ein bestimmtes Krankheitsgift unempfänglich ist. So sind z. B. Ratten gegen das Gift der Kaninchenseptihämie immun, das Syphilisgift wirkt überhaupt nur auf den Menschen.

Mit der Erkenntnis der spezifischen pathogenen Wirkung vieler Bakterien nahm auch das Studium der damit zusammenhängenden Frage der Immunität einen ungeheuren Aufschwung, und das geschaffene experimentelle Material über die Giftwirkung und die sie bekämpfenden Schutzkräfte ist ungemein reichhaltig.

Bahnbrechend waren die Untersuchungen von Pasteur (1880), der zuerst Hühner durch Impfung mit abgeschwächten Kulturen der Bacillen der Hühnercholera gegen diese Krankheit immunisieren konnte. Von anderen Autoren wurde ein ähnliches Verhalten für andere Infektionskrankheiten festgestellt.

Man suchte nun nach Erklärungen für diese Thatsachen. Die erste Hypothese von Pasteur und Klebs, dass durch das einmalige Ueberstehen der Krankheit das Nährmaterial des Organismus erschöpft werde (Erschöpfungstheorie), ist allgemein aufgegeben; auch die Phagocytenlehre von Metschnikoff, der annahm, dass die Leukocyten durch die Impfung daran gewöhnt würden, die lebenden Bakterien in sich aufzunehmen und unschädlich zu machen, hat in dieser Form keine Anhänger mehr.

Auf einen wesentlich anderen Standpunkt gelangte die Frage, als man konstatieren konnte, dass in vielen Fällen die entsprechenden Krankheitserscheinungen nicht durch die lebenden Bakterien, sondern allein durch die von ihnen produzierten Gifte, die in den keimfrei gemachten Kulturflüssigkeiten vorhanden sind, erzeugt werden können, und dass diese Gifte auch die Immunisierungserscheinungen herbeizuführen im stande sind. Damit war man von der Zufuhr lebender, vermehrungsfähiger Bakterien, die eine quantitative Abmessung der Giftzufuhr unmöglich macht, dazu gelangt, die Menge des verwendeten Giftes quantitativ regulieren zu können. Man brauchte auch nicht mehr mit abgeschwächten Bakterienkulturen zu arbeiten, sondern lernte nunmehr mit steigenden Dosen des unbelebten Giftes eine allmähliche Immunisierung herbeizuführen.

Die Fragen, die sich nunmehr den Forschern aufdrängten, waren folgende: Ist die Wirkung der immunisierenden Einführung steigender Dosen der Gifte, die man als Toxine bezeichnet, eine physiologische oder eine chemische; d. h. wirkt die Zufuhr des Giftes auf die Zelle so ein, dass sie ihre Widerstandskraft steigert und sie befähigt, immer energischere Einwirkungen des Giftstoffes ohne Schaden zu vertragen; oder aber entstehen unter dem Einfluss des Giftes andere Stoffe, die den Giftstoff so beeinflussen, dass er unschädlich wird und die so im Ueber-

Digitized by Google

schuss gebildet werden, dass sie nunmehr neu zugeführte größere Mengen des Giftes paralysieren?

Die Frage ist im letzteren Sinne entschieden, die Toxine wirken nicht physiologisch auf die Zelle schützend, sondern unter ihrem Einfluss entstehen chemisch wirkende Schutzstoffe, Antitoxine, die das Gift unschädlich machen.

Dies wurde bewiesen dadurch, dass es gelang, die Gifte außerhalb des Organismus, im Reagensglase durch das im Serum der gegen das Gift immunisierten Tiere vorhandene Antitoxin unschädlich zu machen, so dass eine nachherige Einspritzung des so neutralisierten resp. veränderten Giftes selbst in großen Dosen keine schädigenden Einflüsse mehr ausübt.

Besonders prägnant sind in dieser Beziehung die Versuche von Ehrlich[1]) über die Ricinwirkung. Ricin ist ein in der Ricinuspflanze vorkommender, sehr giftiger Stoff, der namentlich auf Mäuse eminent toxisch wirkt. Wenn man nun aber Mäusen sehr kleine Dosen Ricin verfüttert, und dann kleine Dosen subkutan injiziert, so kann man sie sehr schnell immunisieren, so dass sie in relativ kurzer Zeit die ca. 1000fache Menge der früher tötlichen Dosis vertragen. Das Blutserum der so immunisierten Mäuse enthält nun eine antitoxische Substanz, das Antiricin, das die Fähigkeit hat, im Reagensglas die Wirkung des Ricins aufzuheben. Diese leicht erkennbare Wirkung ist die, dass Ricin schon in sehr kleinen Dosen eine Verklumpung des Blutes bewirkt. Wenn man also Blut mit einer gleichen Menge antiricinhaltigen Serums vermischt, und nun zu verschiedenen Portionen steigende Mengen von Ricin zusetzt, so wird zunächst das Blut unverklumpt bleiben, bis bei einer bestimmten Dosis, die bei dem gleichen Serum stets die gleiche ist, sich gerade der Beginn der Verklumpung zeigt. Jetzt ist also der Neutralisierungspunkt erreicht; und noch größere Dosen Ricin entfalten nunmehr ihre volle Wirkung. Wir sehen also bei diesen Versuchen ein quantitativ feststehendes Verhältnis zwischen Gift und Gegengift, das uns auf chemische Beziehungen hinweist. Aehnliche Resultate hat man auch bei anderen Toxinen, z. B. dem Abrin und Crotin, ebenfalls pflanzlichen Toxalbuminen [Ehrlich, Morgenroth[2])], bei Schlangengiften [Stephens und Myers[3])], dem Labferment [Morgenroth[4])], dem Gift des Aal-Blutes [Kossel[5]), Gley und Camus[6])], sowie vor allem bei gewissen Bakteriengiften, besonders den Toxinen des Tetanus und der Diphtherie erzielt. Auch hier enthält das Serum immunisierter Tiere Schutzstoffe, die chemisch in bestimmten quantitativen Verhältnissen auf das Toxin einwirken und es unschädlich machen.

Welcher Art aber ist diese Einwirkung und woher stammen diese Antikörper?

Zwei Möglichkeiten einer chemischen Beeinflussung eines Stoffes durch einen anderen sind denkbar. Entweder wirkt der Schutzstoff zerstörend auf den Giftstoff resp. auf dessen die Giftwirkung bedingende Atomgruppe,

1) Deutsche mediz. Wochenschr., 1891 s. a. Fortschr. der Medizin, 1897.
2) Berliner klin. Wochenschr., 1898, 12.
3) Lancet. März 1898.
4) Toxine u. Toxoide. Eulenburg's Realencyclop. (Encyclop. Jahrb., VIII).
5) Berliner klin. Wochenschr., 1898, 7.
6) Sem. médic. Febr. 1898.

Digitized by Google

die „toxophore“ Gruppe ein oder aber er bindet diese toxophore Gruppe an sich und neutralisiert sie gewissermaßen, ohne eigentlich ihre Individualität zu zerstören, ähnlich wie man die Giftwirkung von Säuren durch Basen und vice versa neutralisiert. Ursprünglich waren Behring und Ehrlich der ersteren Meinung, haben aber selbst ihre Ansicht aufgegeben und sind überzeugt, dass es sich nur um eine Neutralisierung des Giftes durch den Schutzstoff handelt. Namentlich der Umstand, dass man durch gewisse Eingriffe aus dem neutralen Gemisch den Schutzstoff beseitigen kann, wodurch dann die ursprüngliche Giftwirkung wieder hervortritt, spricht für die Annahme einer einfachen Absättigung. Ehrlich[1]) nimmt an, dass es sich um einem der Bildung von Doppelsalzen analogen Vorgang handelt, wozu ihn gewisse chemische Erwägungen, besonders die leichtere Absättigung konzentrierter Gift- und Antitoxinlösung hinführen.

Ueber die Herkunft der Schutzstoffe sind die Meinungen noch geteilt. Während eine Klasse von Forschern nach dem Vorgang von Buchner die Antitoxine als modifizierte Toxine, also als Produkte der Bakterien ansieht, verfechten die anderen unter Führung von Ehrlich die Meinung, dass die Schutzstoffe Produkte des Organismus sind, die er zur Abwehr der eingedrungenen Gifte produziert und in seinem Serum aus dem Körper zu entfernen gestattet, und die z. B. bei der Diphtherieimmunisierung in solchem Ueberschuss gebildet werden, dass man nunmehr in der Lage ist, durch Zufuhr dieses fertigen Antitoxins einen anderen Organismus sofort gegen das Diphtherietoxin zu immunisieren, oder sogar ihn gegen schon vorhandenes Gift zu schützen, wie es bei der Heilserumtherapie geschieht. Man bezeichnet diese Art der Immunisierung als passive gegenüber der bis jetzt besprochenen Methode der aktiven Immunisierung durch Zufuhr von Toxinen.

Ehrlich hat nun zur Erklärung der Gesamtheit der Phänomene der Immunisierung eine Theorie aufgestellt, die man kurz als die Seitenkettentheorie[2]) bezeichnet.

Danach besteht jede Zelle, resp. jedes der ungeheuer komplizierten Protoplasmamoleküle einer Zelle aus einem Leistungskern, der ihre Vitalität aufrecht erhält, und aus Seitenketten, die den Verkehr mit den Einflüssen der Außenwelt vermitteln. Dringt nun ein chemischer Stoff an die Zelle heran, der durch eine bestimmte Gruppe zu einer der vorhandenen Seitenketten eine chemische Verwandtschaft besitzt, so wird er sich mit der Atomgruppe, die diese Verwandtschaft bedingt, an die Seitenkette und damit an die Zelle binden. Der Stoff bindet sich mit dieser „haptophoren“ Gruppe an die Seitenkette. Ist der Stoff dieser giftig, besitzt er also noch außerdem eine „toxophore“ Gruppe, so bringt er diese damit dauernd in intime Berührung mit dem Zellprotoplasma und schafft dadurch Gelegenheit, dass diese toxophore Gruppe nunmehr ihre spezifischen Wirkungen auf die Zelle ausübt, durch die die Zelle geschädigt oder selbst vernichtet werden kann.

Findet ein solches Toxin überhaupt keine Seitenkette, an die es

1) Klin. Jahrbuch 6.
2) Ehrlich, Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Berlin 1885. Klin. Jahrb., 6.

Digitized by Google

sich binden kann, kann also die haptophore Gruppe nirgends eingreifen, so ist der Organismus von vornherein gegen dieses Gift immun.

Die Seitenketten verschiedener Organe haben verschiedene Affinitäten gegenüber den haptophoren Gruppen verschiedener Toxine; daraus erklärt sich die Spezifität der Wirkung der einzelnen Toxine. So hat z. B. das Tetanusgift eine besondere Affinität zum Centralnervensystem, sodass sich seine Wirkung hier besonders entfaltet. Und in der That ist es Wassermann[1]) gelungen, nachzuweisen, dass das frisch herausgenommene Centralnervensystem beträchtliche Mengen Tetanusgift binden und unschädlich zu machen im stande ist, so dass das so entstandene Gemisch den Versuchstieren ohne Gefahr eingespritzt werden kann.

Blumenthal[2]) und Milchner[3]) haben dann überdies nachgewiesen, dass das Gift nicht etwa rein chemisch sich an irgend einen gelösten Bestandteil des Centralnervensystems heftet, sondern dass es thatsächlich an die Zellen gebunden wird. Wassermann hat diesen Vorgang im Sinne Ehrlich's als Seitenkettenimmunität bezeichnet, da man auch durch Injektion von Centralnervensystemsubstanz bei Tieren Immunität gegen Tetanus erzeugen kann.

Aehnliche Befunde haben Kempner und Schepilewski[4]) beim Botulismusgift (Fleischvergiftung) erhoben, das ebenfalls durch normales Gehirn gebunden wird. Sie fanden ferner, dass zwar Cholesterin und Lecithin, also gelöste Bestandteile des Gehirns, das Gift neutralisieren, aber viel zu schwach, um die Wirkung zu erklären; außerdem wirkten sie auch nur in vitro giftbindend, nicht bei vorheriger Einführung in den Organismus immunisierend. (Uebrigens fanden Phisalix[5]) und Fraser[6]), dass Cholesterin auch Schlangengift bindet, und Wehrmann[7]), dass es die giftige Wirkung des Aalblutes schwächt.)

Aehnlich sind ferner die Resultate von Babes[8]) bei Lyssa, wo ebenfalls normales Rückenmark das giftige paralysiert.

Diese Seitenketten sind nun nicht etwa von vornherein dazu prädestiniert, etwa auftretende Toxine an sich zu fesseln; sondern sie haben im normalen Haushalt der Zelle irgend eine andere, bestimmte Funktion; diese Funktion wird aber durch das Anschließen der haptophoren Gruppe des Toxins außer Betrieb gesetzt, die Seitenkette gewissermaßen ausgeschaltet. Es entsteht hier also ein physiologischer Defekt. Dieser Defekt wirkt nach der Anschauung von Weigert[9]) als bioplastischer Reiz. Es entstehen also neue Seitenketten zum Ersatz der ausgeschalteten, die wieder die Fähigkeit haben, die haptophore Gruppe des Toxins zu binden. Da sie in Folge des starken Reizes im Uebermaß entstehen, so stößt die Zelle die überflüssigen ab; und diese freigewordenen Seitenketten sind es nun, die in der Blutbahn kreisen und die Antikörper darstellen. So

1) Berliner klin. Wochenschr., 1898, 1, 10.
2) Deutsche mediz. Wochenschr., 1898.
3) Berl. klin. Wochenschr., 1899.
4) Zeitschr. f. Hyg., 27.
5) Compt. Rend., 1897, 1053.
6) Brit. med. Journ., 1897, 3. Juli.
7) Ann. Past., 1897, 11.
8) Berl. klin. Wochenschr., 1899, 17.
9) Verh. d. Kongr. d. Naturf. u. Aerzte, 1896.

Digitized by Google

lange das Gift im Körper weilt, so lange werden immer mehr überschüssige Seitenketten als Schutzmittel in die Blutbahn geworfen, um das Gift abzufangen, bevor es an die lebende Zelle heran kann. Diese Antitoxine werden vielleicht teilweise durch die Galle ausgeschieden; wenigstens hat man bei Lyssa [1]) und Rinderpest [2]) eine antitoxische Wirkung der Galle gefunden. Meist findet man die Antitoxine im Blut, resp. Serum, z. B. Diphtherie, Maul- und Klauenseuche (Löffler). Gelangt das Gift also in das Blut des so immunisierten Tieres, so wird es durch diese zirkulierenden Seitenketten unschädlich gemacht; bringt man es dagegen mit dem von ihm am meisten bedrohten Organ direkt in Verbindung, so entfaltet es trotzdem seine Wirksamkeit: so vergiftet dieselbe Quantität Tetanustoxin, das subkutan oder intraperitoneal beim immunisierten Tier unschädlich ist, das Tier, wenn man es direkt mit der Centralnervensubstanz in Berührung bringt. Umgekehrt hat man erfolgreiche Versuche gemacht, bereits vergiftete (nicht immunisierte) Tiere durch Einspritzung von Tetanusantitoxin in den Subduralraum zu schützen (bis 24 Stunden nach der Vergiftung) [Dönitz [3])]. Entsprechende Heilversuche beim Menschen sind von keinem sicheren Erfolg gewesen.

Ehrlich nimmt zur Erklärung an, dass die losgelösten Seitenketten eine stärkere Affinität zu dem Gifte haben, als die an die Zelle gebundenen.

Da beim angeboren immunen Tiere keine Seitenketten vorhanden sind, die die haptophore Gruppe binden, so werden auch keine Antikörper gebildet; das Serum solcher angeboren immuner Tiere hat also keinerlei antitoxische Eigenschaften. Diese befremdende Thatsache wird also durch die Theorie aufs Einfachste erklärt.

Bei der großen praktischen Bedeutung, die die Frage nach der Wirkung der Antitoxine durch die Heilserumtherapie erlangt hat, war es natürlich von größter Wichtigkeit, über die quantitativen Beziehungen zwischen Toxin und Antitoxin ins klare zu kommen. Die Frage wird an sich schon erschwert dadurch, dass wir das Gift nicht in reinem Zustande darstellen können, sondern es ausschließlich nach seiner Wirkung auf die Versuchstiere bemessen können, also auf Gifteinheiten von bestimmter Wirkung reduzieren müssen. Sie wird indess noch wesentlich kompliziert dadurch, dass die Gifteinheit nicht stets die gleiche Menge Antitoxin zu binden vermag, sondern dass diese beiden Werte in wechselndem Verhältnis stehen, sowie dadurch, dass die Gifte in ihrer Wirkung nicht stabil bleiben, sondern meist allmählich eine bedeutende Abschwächung erleiden. Es ist das Verdienst von Ehrlich, in langen mühevollen Arbeiten Klarheit in diese Verhältnisse gebracht zu haben.

Die jetzt geschaffenen zahlenmäßigen Grundlagen sind folgende:

Als einfach tötliche Dosis bezeichnet Ehrlich [4]) diejenige Giftmenge, die ein Meerschweinchen von 250 g im Laufe von 4—5 Tagen grade noch tötet. Eine einfach letale Dosis enthält also (bei reinen Giftlösungen) eine Gifteinheit.

Das Normalgift wäre nach Behring's Vorschlag eine Giftlösung,

---

1) Babes. Berliner klin. Wochenschr., 99.
2) Koch s. b. Babes l. c.
3) Deutsche mediz. Wochenschr., 1897, 27.
4) Klin. Jahrb., 6.

Digitized by Google

von der 0,01 ccm ein Meerschweinchen von 250 g grade noch tötet, wo also 0,01 ccm der „einfach letalen Dosis“ entspricht[1]).

Auf diese hypothetische Gifteinheit ist nun die Antitoxineinheit eingestellt. Ein „einfaches“ Serum ist ein solches, von dem 0,1 ccm 10 letale Dosen, also 0,1 ccm des hypothetischen Normalgiftes binden kann.

Als Immunitätseinheit gilt 1 ccm dieses einfachen Serums (J.E.). Dies könnte also von Giftlösungen nach der Art des Normalgiftes hundert Einheiten binden, ehe seine Schutzwirkung ihr Ende findet. Diese Einheit, die jetzt einfach empirisch festgelegt ist, da ja das ursprüngliche Gift nicht mehr vorhanden ist, ist von Ehrlich ein für allemal gesichert. Ein Serum von 1700facher Stärke ist in festem Zustande im Vacuum, bei Gegenwart von Phosphorsäureanhydrid, kühl und dunkel in vielen Röhrchen zu je 2 g aufbewahrt, damit es sich nicht verändern kann. Zum Gebrauch wird ein Röhrchen geöffnet und das Serum so weit mit Wasser und Glyzerin verdünnt, dass 1 ccm grade einer J.E. entspricht, also 1:1700. Auf dieses Serum wird dann ein Gift durch Titrierung eingestellt, das nun als Testgift zur Prüfung der neu gewonnenen Immunsera dient.

Nun wäre es natürlich viel einfacher, wenn man ein einmal gekanntes Gift aufbewahren und als Testgift benutzen könnte. Dies ist indess nicht angängig, weil die Gifte ihre Wirksamkeit zum Teil einbüßen, so dass ihre einfach letale Dosis sich erhöht. Nun wäre auch dies noch nicht von großem Belang; es bedürfte nur der erneuten Einstellung der einfach letalen Dosis des abgeschwächten Giftes; aber abgesehen davon, dass dies eine sehr mühsame Arbeit ist, scheitert diese Möglichkeit daran, dass sich zwar die Giftwirkung der Produkte ändert, nicht aber seine Neutralisationsmenge. Eine J.E. bindet nach wie vor dieselbe Menge im absoluten Maß, aber diese Menge enthält nun weniger Gifteinheiten. Es hat also eine Veränderung des Giftes in der Art stattgefunden, dass zwar die Giftwirkung schwächer geworden, aber die Affinitätsgröße zum Antitoxin die gleiche geblieben ist. Um im Bilde der Seitenkettentheorie zu sprechen: die toxophore Gruppe ist bei einem Teil des Giftes zerstört, die haptophore bestehen geblieben.

Zum näheren Studium dieser Verhältnisse führt Ehrlich zwei Grenzwerte ein. Der eine den er (limes) L_o nennt, stellt diejenige Giftmenge dar, die grade hinreicht, um eine Immunitätseinheit (JE) zu neutralisieren; die andere bezeichnet diejenige Giftmenge, die, zu JE zugesetzt grade noch hinreicht, um ein Meerschweinchen von 250 g in vier Tagen zu töten, und heißt L†. Es ist klar, dass diese Giftmenge außer der zur Neutralisation hinreichenden Menge noch eine einfach tötliche Dosis enthalten muss. Bei reinen Giftlösungen müsste also $L† - L_o$, die Differenz (D) genau gleich einer Gifteinheit sein.

L_o, der Sättigungsgrenzwert, sollte bei Giften nach der Art des Normalgiftes hundert Gifteinheiten binden. Dies ist indessen, wenigstens bei nicht frischen Giften, meist nicht der Fall. Ebensowenig entspricht $D = (L† - L_o)$ dem geforderten Wert einer Gifteinheit. Bei einer Untersuchung von 11 Giften fand Ehrlich, dass L_o zwischen 27 und 109 Gifteinheiten, D zwischen 1,7 und 28 Einheiten schwankte.

1) Behring bezeichnet dies Gift kurz als DTN^1M^{250}: Diphtherie Toxin normal einfach, Meerschweinchen von 250 g.

Digitized by Google

Die Erklärung für diese Unregelmäßigkeiten giebt eben die erwähnte Bildung von modifizierten Giftstoffen, die bei gleichgebliebener Sättigungsgröße ungiftig geworden sind. Diese veränderten Toxine nennt Ehrlich Toxoide. Er fand ihre Existenz zuerst bei Tetanusversuchen[1]). Er behandelte Tetanustoxin mit Schwefelkohlenstoff. Dadurch wurde die Giftbouillon so gut wie völlig entgiftet, so dass er Mäusen relativ große Mengen ohne Schaden zuführen konnte. Die Mäuse wurden durch dieses veränderte Toxin sehr schnell bis zu einem gewissen Grade immunisiert, und das Toxoid hatte auch die Fähigkeit behalten, im Reagensglas Antikörper zu binden.

Ganz ähnliche Verhältnisse findet man bei Diphtherietoxinen. Bei einem Gift fand Ehrlich die L_o-Dosis zu 0,31 ccm. Nimmt man nun die Normalzahl 100 Einheiten für diese 0,31 ccm an, so würde die Einheit, die einfach letale Dosis 0,0031 betragen. In der That zeigte das Gift in frischem Zustande diese letale Dosis, während es bei der erneuten Feststellung der L_o-Dosis, $^3/_4$ Jahr später, nur noch den Wert von 0,009, also dreifach geringeren Giftwert besaß. Es waren also $^2/_3$ des Toxins in Toxoid übergegangen, ohne dass der Neutralisationswert sich geändert hatte. Von da an blieben sowohl Giftwert wie L_o-Dosis konstant.

Aehnliche Toxoidbildungen scheinen auch bei den pflanzlichen Giften von der Art des Ricins vorzukommen. Das Robin, das Toxalbumin der *Robinia pseudacacia*, wirkt viel schwächer als Ricin, hat aber die Fähigkeit, in dem Serum der mit ihm vergifteten Tiere einen Stoff zu erzeugen, der dem Antiricin völlig entspricht; es scheint also das Robin ein Toxoid des Ricins zu sein.

Wie wir oben erwähnt haben, entspricht die Differenz $L\dagger - L_o$ (D) niemals der bei einem reinen Gift erforderlichen Größe einer Gifteinheit. Es müssen also die Toxoide auch diese Größe beeinflussen.

A priori sind drei Formen von Toxoiden denkbar, nämlich solche, die eine größere Affinität zum Antitoxin besitzen als das Toxin, solche die die gleiche und solche die eine geringere Affinität besitzen. Ehrlich benennt sie Pro-, Syn- und Epitoxoide. Den Namen Epitoxoide hat er später durch Toxone ersetzt. Er konnte nämlich nachweisen, dass die Toxone sich in der Beziehung von den anderen Toxoiden unterscheiden, dass sie nicht sekundäre Umwandlungsprodukte des Toxins, sondern primäre Produkte der Bakterienthätigkeit, also schon in ganz frischen Kulturen vorhanden sind.

Auf Grund sehr einfacher Ueberlegungen führt nun Ehrlich den Nachweis, dass weder die Protoxoide, noch die Syntoxoide die L†-Dosis im angegebenen Sinne beeinflussen können.

Bei den Protoxoiden liegt die Sache so, dass ein Zusatz von 1 Aequivalent Toxin zu dem physiologisch-neutralen Gemisch genügt, um L† zu erreichen, ja dass selbst ein Zusatz von 1 Aequivalent des ungiftigen Protoxoids dazu hinreichen würde, weil dies aus dem neutralen Gemisch ein Aequivalent Toxin in Freiheit setzen würde. Eine Gleichung mag dies versinnbildlichen (T = Toxin, P = Protoxoid, A = Antitoxin) z. B.

$$99\ \text{P-A} + 1\ \text{T-A} = \text{physiol. neutral } (L_o)$$
$$+\ 1\ \text{T} = 99\ \text{P-A} + 1\ \text{T-A} + 1\ \text{T (frei)} = L\dagger \quad \text{oder}$$
$$+\ 1\ \text{P} = 100\ \text{P-A} + 1\ \text{T (frei)} = L\dagger.$$

1) Zeitschr. f. Hyg., 18.

Digitized by Google

Ebensowenig können, wie leicht einzusehen, die Syntoxoide die Differenz D beeinflussen. Man muss eben zu dem L_o-Gemisch so viel Gift zusetzen, bis eine Einheit über die neutrale Menge vorhanden ist; die Anwesenheit von Syntoxoiden, die die Bindung Toxin-Antitoxin nicht beeinflussen können, ist dabei gleichgiltig.

Anders ist es bei den Toxonen. Fügt man zu einem neutralen Gemisch von Toxin-Antitoxin und Toxon-Antitoxin neue Toxinmengen zu, so setzt das Toxin zunächst infolge seiner größeren Affinität die Toxonäquivalente in Freiheit; erst wenn alle frei sind, erzeugt jetzt ein Aequivalent Toxin die Dosis L† z. B.

$$90 \text{ T-A} + 10 \text{ Toxon-A} = L_o$$
$$+ 10 \text{ T} = 100 \text{ T-A} + 10 \text{ Toxon frei (ungiftig!)} = L_o$$
$$+ 1 \text{ T} = 100 \text{ T-A} + 10 \text{ Toxon} + 1 \text{ T frei} = L\dagger.$$

Wenn also ein Gift nur aus Toxin und Toxonen bestünde, so wäre D nach Abzug der schließlich wirksamen Toxineinheit das Maß für die vorhandenen Toxone. Ein Gift wird also zwischen L_o und L† nach der eben angegebenen Gleichung freie Toxone enthalten. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass Gifte in dieser Mischung leichte Giftwirkungen zeigen, die sich aber von den Wirkungen nicht tötlicher Toxin-Dosen wesentlich unterscheiden. Es sind also in dem „Differentialgebiet“ schwach wirkende Stoffe anderer Art, nicht aber zwar schon über die Neutralität hinausgehende, aber noch nicht tötliche Toxindosen vorhanden. Es sind bei Diphtheriegiften leichte Hautindurationen und hin und wieder spät auftretende Lähmungen beobachtet worden, die also nicht auf Toxine, sondern auf Toxone zu beziehen sind.

Es besteht also ganz allgemein ein Gift aus

$$x \text{ Toxoid} + y \text{ T} + z \text{ Toxon}.$$

Fügt man bis zu L_o-Antitoxin zu, so entsteht

$$x \text{ Toxoid-A.} + y \text{ Toxin-A.} + z \text{ Toxon-A.} = lo$$

L† dagegen ist

$$x \text{ Toxoid-A.} + (y + z) \text{ Toxin-A.} + z \text{ Toxon (frei)} + 1 \text{ Toxin} = L\dagger.$$

Wir sahen bereits, dass bei Giften, die nur aus Toxin und Toxon bestünden, $D - 1 = z$ sein müsste. Diese Größe nennt Ehrlich β. Gegenwart anderer Toxoide beeinflusst β, so dass diese Zahl nur einen relativen Wert hat und so als F (Funktion) β bezeichnet wird. Es ist also jede bestimmte Giftlösung auszudrücken durch:

$$x \text{ Toxoid} + a \text{ Toxin} + F\ (\beta) \text{ Toxon}.$$

Das frische Gift, auf dem im Grunde alle diese Berechnungen sich aufbauen, und das die Basis für die Immunitätseinheit lieferte, jenes Gift, das Behring als Normalgift bezeichnet hat, wurde, wie wir sahen, so als Einheit gewählt, dass hundert seiner Gifteinheiten die „Immunitätseinheit“ binden sollen. Es könnte nun aber auch Gifte von der gleichen letalen Dosis (0,01 ccm) geben, die aber ganz andere Neutralisationspunkte L_o und L† liefern, also eine ganz andere Beimischung von Toxoiden und Toxonen besitzen. Wenn man aber frische Gifte untersucht, so findet man, dass die meisten thatsächlich $L_o = 100$ ergeben, während alte Gifte stets niedrigere Zahlen für L_o liefern.

Es stellt sich dabei heraus, dass das Toxin entweder direkt in gleiche Teile Toxin und Toxoid zerfällt; dann wird L_o = ca. 50; oder tricho-

Digitized by Google

tomisch, dass 2 Teile Toxoid und 1 Teil Toxin entstehen: L_o wird = ca. 33.

Was nun die absolute Bindungskraft der Immunisierungseinheit anbetrifft, so glaubt Ehrlich mit Sicherheit annehmen zu können, dass sie gleich 200 Bindungseinheiten sein muss. Diese 200 Bindungseinheiten verteilen sich auf Toxin, Toxoide und Toxone.

Zu dieser Zahl gelangt Ehrlich aus folgenden Erwägungen:

Wie bereits erwähnt findet man häufig, dass die Immunisierungseinheit grade 100 Gifteinheiten bindet, oder andere Mengen, die mit der Zahl hundert in einfachen Verhältnissen stehn, z. B. 50 oder $33^1/_3$ etc. Da nun das Gift in einfachen Verhältnissen zerfällt, ferner die höchste bis jetzt gefundene L†-Dosis 160 Einheiten beträgt bei einem Gift, das auch noch nicht rein ist (Madsen), so lässt sich daraus erschließen, dass die L_o-Dosis bei einem absolut reinen Gift grade 200, die L†-Dosis dann 201 Gifteinheiten beträgt, und dass bei nicht reinen Giften zwar die Zahl der Gifteinheiten geringer, aber die Zahl der gesamten Sättigungseinheiten ebenfalls 200 beträgt. Unter dieser Annahme lässt sich für jedes Gift, dessen L_o- und L†-Dosen bestimmt sind, für die Menge der Toxone (z) nach der von Ehrlich aufgestellten Formel $z = \frac{200\ \beta}{\alpha + \beta}$ berechnen, wobei α die Zahl der in L† enthaltenen Gifteinheiten, β die oben entwickelte Größe $D - 1\ [(L† - L_o) - 1]$ darstellt; dabei findet sich dann, dass für die meisten Gifte sich eine Toxonzahl ergiebt, die ebenfalls mit 100 in den einfachsten Verhältnissen steht (25, 50, 100, 33, 66). Wie Ehrlich sich ausdrückt, ist „nach diesen Ermittlungen die Immunisierungseinheit . . . eine exakt bestimmbare und jederzeit reproduzierbare Größe“ [1]).

Späterhin hat Ehrlich [2]) seine mühevollen Untersuchungen auch noch auf das Studium der Protoxoide und Syntoxoide ausgedehnt. Er verfährt dabei in der Weise, dass er die Giftmenge, welche durch 1 JE. gebunden wurde, also 200 Sättigungseinheiten, nunmehr mit steigenden Bruchteilen einer JE. versetzte und die nun auftretenden Giftigkeitsverhältnisse studierte. Dabei sättigen sich zunächst die Protoxoide ab; dann die Toxine und Syntoxoide, und schließlich die Toxone. Dadurch wird anfangs die Giftigkeit nur schwach sinken, da nur die an sich ungiftigen Protoxoide gesättigt werden, dann schneller, da nun die Toxine an die Reihe kommen, und zum Schluss wieder langsamer, wenn die Toxone sich binden. Im übrigen fand Ehrlich bei diesen Versuchen die Verhältnisse noch ungleich komplizierter, als er vorausgesehen. Er stellt die gefundenen Beziehungen zwischen Absättigungsgrad und Giftigkeit graphisch in sogen. Giftspektren dar. Die verheißene ausführliche Darlegung ist bis jetzt nicht erschienen; ich muss mich also damit begnügen, aus der Zusammenfassung, die Ehrlich in seiner vorläufigen Mitteilung giebt, das neue, noch nicht besprochene herauszugreifen:

Die Toxine sind an sich nicht einheitlich, sondern es giebt in frischen Giften drei Unterabteilungen, die verschiedene Avidität gegen das Antitoxin besitzen. Proto-, Deutero-, Tritotoxin. Jede dieser Formen

1) Klin. Jahrb., VI, S. 324.
2) Deutsche mediz. Wochenschr., 1898.

Digitized by Google

besteht aus einer α- und β-Modifikation zu gleichen Teilen, von denen beim Altern der Bouillon die α-Form leicht in das entsprechende Toxoid übergeht (Proto-, Deutero-, Tritotoxoid). Dabei entstehen also halbwertige Gifte (Hemitoxin). Auch die β-Modifikation ist leicht zersetzlich bei dem Tritotoxin, weniger leicht beim Prototoxin, sehr beständig dagegen beim Deuterotoxin. Eine Stabilität des Giftwertes tritt erst dann ein, wenn nur noch β-Deuterotoxin von dem ursprünglichen Giftgehalt vorhanden ist. Die Avidität gegen das Antitoxin bleibt bei diesen Umwandlungen ungeändert; die haptophore Gruppe bleibt bestehen; die toxophore allein verschwindet. Die L_o-Dosis kann mitunter anfangs zunehmen durch Veränderung der Toxone, die die haptophore Gruppe beeinträchtigt (Toxonoidbildung). Bei stärkerer Einwirkung auf die Giftlösung kann man auch die haptophore Gruppe der Toxine beeinträchtigen, dadurch wird also auch L_+ erhöht. Die Beweise für diese außerordentlich komplizierten Verhältnisse sind, wie gesagt, noch nicht in vollem Umfang veröffentlicht.

Da die Toxoide ebenfalls Antitoxinbildung auslösen, so erzeugen sie auch bei Tieren eine, allerdings nicht sehr hochgradige Immunität. Auf die Bildung von solchen immunisierenden Toxoiden ist vielleicht die Wirksamkeit der sog. „künstlichen Heilsera" zurückzuführen, die man durch elektrische Ströme resp. dabei stattfindende chemische und thermische Umsetzungen bekommen haben will, die aber in Wirklichkeit nur abgeschwächte Gifte sind [Smirnow[1]), Krüger[2]), d'Arsonval und Charrin[3]), Marmier[4])].

Sind so durch die Ehrlich'schen Arbeiten die Beziehungen zwischen Toxin und Antitoxin dem Verständnis näher gebracht, so ist über die chemische Natur der Toxine noch sehr wenig bekannt. Man hat in den Kulturen der verschiedensten Bakterien derartige giftige Stoffe gefunden; es würde zu weit führen, alle diesbezüglichen Arbeiten zu erwähnen. Manche Toxine erzeugen im Organismus Antitoxine; die Hauptrepräsentanten dieser Klasse sind das Diphtheriegift, das Tetanusgift, Pyocyaneus [Wassermann[5])], das Botulismusgift [Kempner[6])]. Im Tetanusgift hat Ehrlich[7]) ein zweites Toxin gefunden, das blutlösend wirkt. Ein spezifisches antitoxisches Milzbrandserum hat neuerdings Sobernheim[8]) darstellen können. Andere Gifte haben diese Fähigkeit nicht, besonders Cholera- und Typhusgift, auf die wir noch ausführlich zurückkommen werden. Aus Tuberkelbacillen haben Behring und Ruppel wohlcharakterisierte chemische Stoffe, Tuberkulosamin und Tuberkulinsäure dargestellt, denen sie die Eigenschaften des specifischen Giftes vindizieren.

Früher fasste man alle Bakteriengifte, die erwähnten Pflanzengifte der Ricingruppe und die Schlangengifte, unter dem Namen der Toxalbumine zusammen. Während nun aber für die letzteren die eiweißähnliche Natur sehr wahrscheinlich ist, scheint dies bei den meisten

1) A. d. scienc. biol. de l'Inst. med. exp. St. Petersbourg, IV, 5.
2) Deutsche mediz. Wochenschr., 1895, 21.
3) C. R. de l'Acad., 122, 1896.
4) Ann. Pasteur, 1896, 8.
5) Zeitschr. f. Hyg, XXII, 2.
6) Zeitschr. f. Hyg., XXVI.
7) Berliner klin. Wochenschr., 1898, 12.
8) Zeitschr. f. Hyg., 1899.

Digitized by Google

Bakteriengiften nicht der Fall zu sein. Im Gegenteil, je reiner man die Toxine darstellt, um so mehr verschwinden die Eiweißreaktionen, so dass die Toxine also keine Eiweißsubstanzen zu sein scheinen. Die reinsten Diphtheriegifte erzielten Brieger und Boer[1], denen es auch gelang, auf eiweißfreien Nährböden, z. B. dialysiertem Harn, allerdings sehr geringe Mengen Toxin zu erhalten. Aehnliche Resultate erhielt Uschinsky[2].

Von verschiedenen Autoren wird die Natur der Toxine als eine den Fermenten ähnliche hingestellt, namentlich von Roux und Yersin schon vor längerer Zeit. In der That sind sie ihnen in ihren Eigenschaften in vielen Beziehungen ähnlich. Die Wirksamkeit geringer Mengen, die außerordentliche Empfindlichkeit gegen chemische Einflüsse und Wärme, sowie die Fähigkeit gewisser Fermente, spezifische Antikörper zu bilden (Morgenroth beim Labferment) sprechen für eine ähnliche Konstitution. Auch die Fermente streifen ihre scheinbar eiweißähnliche Natur um so mehr ab, je reiner man sie darzustellen lernt.

Für das Tetanusgift nehmen einige Autoren an, dass es als Ferment in der Weise wirke, dass es erst aus den Eiweißkörpern des Organismus das eigentliche Gift abspalte. Courmont und Doyon[3] wollen damit die Inkubationszeit erklären, sowie die Thatsache, dass bei mit Tetanus vergifteten Fröschen der Tetanus erst beim Erwärmen ausbricht. Sie haben dieses sekundäre Gift aus Blut, Muskeln und Harn tetanischer Tiere dargestellt und damit Tetanus ohne Inkubationszeit erzielt. Blumenthal[4] nimmt ebenfalls an, dass das eigentliche Tetanusgift ein sekundäres, aus dem angeführten Toxin und dem Zellstoff (Seitenketten) gebildetes sei, vor Allem, weil bei Ausbruch der tetanischen Erscheinungen kein Toxin mehr nachzuweisen ist. In Folge dessen kann auch das Heilserum nur vor Ausbruch der Erscheinungen wirksam sein.

Ein eigentümliches Toxin ist das Botulismusgift, das van Ermengem[5] entdeckt hat, und das von dem ausschließlich saprophytisch im Fleisch wuchernden *Bacillus botulinus*, der in jedem lebenden Organismus schnell zu Grunde geht, erzeugt wird. Es wirkt sehr energisch toxisch.

Von anderen Giften sei noch das von Ransom[6] dargestellte feste Choleragift erwähnt, das aber nach Pfeiffer[7] nicht das eigentliche Choleragift darstellt, sondern ein stark verändertes, schwächeres.

Die Vergiftungs- und Immunisierungserscheinungen bei der Cholera und ähnlich beim Typhus zeigen eine so abweichende Erscheinungsform, dass wir sie genauer besprechen müssen.

Die eigentlichen Gifte dieser Bakterien scheinen nämlich im Gegensatz zu Diphtherie, Tetanus etc. von den Bakterien nicht secerniert zu werden; sondern sie bleiben fest an ihnen haften. Wenn sie überhaupt in Freiheit gesetzt werden, so geschieht dies nur im Organismus. Es ist indessen auch möglich, dass diese Stoffe ähnlich wie diejenigen Fermente

1) Deutsche mediz. Wochenschr., 1896, 49.
2) Centralbl. f. Bakt., XXI, 4 (1897).
3) A. d. physiologie, 1893, 1.
4) Deutsche mediz. Wochenschr., 1898.
5) A. internat. d. pharmakodynamie, III. Zeitschr. f. Hyg., 26, 1.
6) Deutsche mediz. Wochenschr., 1895.
7) Deutsche mediz. Wochenschr., 1896, 7 u. 8.

Digitized by Google

wirken, die nur im Protoplasmaverband ihre Eigenschaften entfalten, wie man es bis zu Buchner's Versuchen von der Hefe annahm, und wie es heute noch für das Ferment der *Monilia candida*[1]) gilt.

Ganz abweichend von den für Diphtherie und Tetanus entwickelten Gesetzen ist auch die Art der Immunisierung gegen Cholera. Das Serum der choleraimmunisierten Tiere enthält nämlich keinerlei Antitoxine; d. h. Stoffe, die im Stande wären, das Gift zu neutralisieren, sondern ausschließlich baktericide Stoffe; d. h. solche, die die lebenden Erreger abzutöten und aufzulösen im stande sind.

Baktericide Stoffe enthält in geringem Maße jedes normale Serum; bei Reagensglasversuchen ist nun aber auch die baktericide Kraft des Choleraimmunserums nicht wesentlich höher als die des normalen Serums. Es entfaltet seine Kraft erst dann, wenn es in den lebenden Organismus gelangt, wenn z. B. lebende Choleravibrionen und Immunserum gleichzeitig einem Versuchstier in die Bauchhöhle einspritzt. Dann gehen die Choleravibrionen — und nur diese — sehr schnell zu grunde. Das Serum entfaltet also unter diesen Umständen eine streng-spezifische Wirkung.

Man kann sogar dem Choleraserum auch die geringe baktericide Kraft, die es außerhalb des Körpers zeigt, völlig nehmen; sobald man es aber dann wieder in die Bauchhöhle einspritzt, entfaltet es die ursprüngliche baktericide Kraft.

Dieselbe „Aktivierung" kann man aber auch in vitro durch Zusatz von Peritonealflüssigkeit oder normalem Blutserum erzielen[2]).

Dabei hat, wie gesagt, das Serum keinerlei antitoxische Kraft. Sobald erst das in den Vibrionen enthaltene Gift seine Wirkung entfaltet hat, ist das Serum machtlos. So gingen Versuchstiere, denen Pfeiffer[3]) lebende Choleravibrionen und nach 3 Stunden Serum in die Bauchhöhle eingespritzt hatte, zu grunde, obwohl die lebenden Vibrionen durch das Serum völlig vernichtet wurden. Pfeiffer nimmt an[4]), dass die giftige und die immunisierende Substanz identisch seien; und dass ferner die im Immunserum enthaltenen Stoffe die Vorstufen des eigentlichen bakteriolytischen Fermentes seien, das erst im Tierkörper aus diesen abgespalten würde (resp. durch die normalen Stoffe des Tierkörpers, z. B. Serum), ähnlich wie sich aus Glykogen Zucker bildet. Die Ansicht Metschnikoff's, dass die Leukocyten resp. deren Zerfallsprodukte an sich einen Hauptanteil an der Bildung der bakteriolytischen Stoffe habe (Phagolyse), weist Pfeiffer zurück, da sehr leukocytenreiche Flüssigkeiten, wie Eiter und leukocytenreiche Pleuraexsudate, nicht wirksamer sind als Serum; vor allem aber verwendet er die Spezifizität der Immunsera gegen diese Anschauung. Andere Vibrionen, ferner Typhus- und Kolibacillen verhalten sich ganz analog. Als Bildungsstätte dieser Schutzstoffe haben Pfeiffer und Marx[5]) in erster Linie Milz und Knochenmark nachgewiesen. Leukocyten sind weniger wirksam als Serum. Moxter[6]) hat die Auflösung direkt unter

1) E. Fischer und Lindner, Ber. d. deutsch. chem. Ges., 28.
2) Metschnikoff, Bordet, Ann. Past., 1895.
3) Zeitschr. f. Hyg., XX.
4) Deutsche mediz. Wochenschr., 1896, 7.
5) Zeitschr. f. Hyg., 27.
6) Deutsche mediz. Wochenschr., 1899, 42 (Litteratur).

Digitized by Google

dem Mikroskop beobachtet und ebenfalls keine Ueberlegenheit der leukocytenreichen Flüssigkeiten gefunden.

Beiläufig sei hier noch erwähnt, dass Stoffe, die an sich (ohne „Aktivierung") baktericid wirken, in Immunseris nur nachgewiesen sind beim Milzbrand der Ratten und dem Vibrio Metschnikoff bei Mäusen. Baktericide Stoffe sind ferner von Schattenfroh, Buchner, Bail in den Leukocyten gefunden. A. u. H. Kossel[1]) wiesen nach, dass es Nukleinsäure ist. Auch Protamine wirken baktericid.

Um nun die oben geschilderten bakteriolytischen Erscheinungen zu erklären, gehen Ehrlich und Morgenroth[2]) von den analogen Thatsachen aus, die man bei Studium der Hämolysine findet. Eine der Auflösung von Bakterien durch spezifische Immunsera verwandte Erscheinung fand nämlich Bordet[3]). Wenn man Meerschweinchen Kaninchenblut injiziert, so hat das Serum dieser Meerschweinchen die Fähigkeit erlangt, in vitro Kaninchenblut aufzulösen, nach anfänglicher Agglutination. Es wirkt nunmehr auf Kaninchen giftig. Erwärmt man dieses hämolytische Serum $^1/_2$ Stunde auf 55°, so geht die hämolytische Fähigkeit verloren, die agglutinierende bleibt bestehen. Bei Zusatz von normalem Serum kehrt die Wirksamkeit zurück. Aehnliche Resultate erzielte Ehrlich (l. c.). Er injizierte einer Ziege Hammelblut. Das Ziegenserum löste dann Hammelblut; durch Erwärmen geht die Fähigkeit verloren, wird durch normales Serum reaktiviert. Das normale Serum wird aber bald, selbst im Dunkeln und auf Eis, unfähig zu der Reaktivierung. Es liegt hier also ein der Bakteriolyse ganz ähnlicher Fall vor. Die roten Blutkörperchen des Hammels sind also gewissermaßen wie Bakterien dem Ziegenorganismus schädlich; es werden zur Auflösung dieses Schädlings Schutzstoffe gebildet (Immunkörper), die außerhalb des Organismus ihre Wirksamkeit nicht entfalten, resp. einbüßen, wenn ihnen nicht im frischen Serum, am besten des angegriffenen Tieres, ein Etwas zugeführt wird, das, zum Immunserum zugesetzt, diesem die Wirksamkeit verleiht, die es im lebenden Organismus, dank des daselbst stets vorhandenen frischen Serums, stets entfaltet. Dieses „Etwas" das dem für gewöhnlich unwirksamen Immunserum seine Wirksamkeit verleiht, nennt Ehrlich mit dem in nichts vorgreifenden Namen „Addiment".

Die Erklärung, die Ehrlich aus seiner Seitenkettentheorie für diese Erscheinung giebt, ist folgende:

Es dringt ein Schädling in den Organismus ein, der die Fähigkeit der Bindung an die Seitenketten hat. Ist dieser Stoff nun gelöst (Toxin) so wird er einfach an die Seitenketten gebunden und neutralisiert. Genau ebenso ein protoplasmatischer Körper (ein Blutkörperchen oder ein Bakterium). Es bindet sich also bei der Hämolyse der Schutzstoff des Immunserums an das rote Blutkörperchen des fremden Blutes.

Die Richtigkeit dieser Voraussetzung ergiebt folgender Versuch:

Immunserum der Ziege wird auf 56° erwärmt, also das „Addiment" vernichtet; es ist nun inaktiv. Dann setzt man Hammelblut zu und centrifugiert die Hammelblutkörperchen ab. Diese enthalten nun die gesamten Schutzstoffe; denn wenn man jetzt erneut Hammelblut zusetzt und

1) ebenda (Litteratur).
2) Berl. klin. Wochenschr., 1899, 2.
3) Ann. Past., 12.

Digitized by Google

normales Serum, um das Addiment wieder herzustellen, erfolgt keine Auflösung, die aber sofort eintritt, wenn man jetzt einen Kochsalzlösungsauszug der abcentrifugierten Blutkörperchen hinzufügt. Nimmt man aber statt des Hammelblutes zu Anfang Ziegen- oder Kaninchenblut, so binden deren rote Blutkörperchen nichts von dem Schutzstoff; dann tritt also nach dem Centrifugieren, Zusatz von Hammelblut und Addiment sofort Lösung ein. Andererseits konnte Ehrlich nachweisen, dass aus Gemischen von Immunserum und Addiment die roten Blutkörperchen zum mindesten in der Kälte ausschließlich den Schutzstoff binden, während das Addiment in Lösung bleibt.

Beim gelinden Erwärmen bindet sich auch das Addiment zum Teil an den Niederschlag, und zwar, da reines Addiment von den Erythrocyten auch in der Wärme garnicht gebunden wird, an den Schutzstoff. Die Sache verhält sich also folgendermaßen: Der Immunkörper hat 2 haptophore Gruppen, deren eine an das Protoplasma der fremden Zelle (Bakterium oder Erythrocyt) sich bindet, während die andere das Addiment bindet. Da nun der Immunkörper keine Lysinwirkung hat, in Verbindung mit dem Addiment dagegen den Eiweißleib der Zelle löst, so muss das Addiment ein proteolytisches (eiweiß-verdauendes) Enzym sein, wie sie ja längst in sehr geringer Menge im Blut nachgewiesen sind. Die Aufgabe des „Immunkörpers“ beschränkt sich also nach dieser Auffassung lediglich darauf, das Ferment zu sammeln und seine konzentrierte Wirkung auf den protoplasmatischen Eindringling hinzulenken. Das Addiment braucht keine spezifische Natur zu besitzen; es könnte also stets dasselbe sein, während die Immunkörper naturgemäß für jeden Fall verschieden sein müssen. Bei den Erscheinungen der Bakterio- resp. Hämolyse in vitro wird dies schnell sich zersetzende Ferment durch jedes normale Serum zugeführt, so lange dieses frisch ist. Zu dem Toxin hat dieser ausschließlich baktericide Immunkörper keine passende haptophore Gruppe, wirkt also nicht antitoxisch.

Nach dieser Auffassung sind also die Phänomene der Lysinwirkung leicht zu verstehen. Es kommt die wesentliche definitive Wirkung auf eine Fermentation hinaus, wie schon Nencki[1]), Pfeiffer[2]) und Schweinitz[3]) angenommen haben.

Während aber Ehrlich annimmt, dass die Fermente dem angegriffenen Organismus entstammen, vertreten Emmerich und Löw[4]) den Standpunkt, dass die Bakterienkulturen selbst Fermente bilden. Sie fanden, dass sich selbst überlassene *Pyocyaneus*-Kulturen sich schließlich auflösen, infolge einer Fermentbildung.

Es giebt spezifische Fermente, die nur eine Art von Zellen auflösen, nur ihnen „conform“ sind, allen anderen „heteroform“ und solche die mehreren Zellarten gegenüber conform sind. Ebenso, wie die pflanzlichen Enzyme sich mit den zu spaltenden Stoffen gleichzeitig bilden (Emulsin-Amygdalin etc.), so bilden auch die Bakterien gleichzeitig Fermente, die sie selbst schließlich auflösen. Manchmal indessen wirken die

1) Schweizer Wochenschr. f. Pharm., 1891, 29.
2) Deutsche mediz. Wochenschr., 1896, 7 u. 8.
3) Med. News, 1892.
4) Zeitschr. f. Hyg., 1899, XXXI, 1.

Digitized by Google

Fermente grade auf die Substanz des erzeugenden Körpers nicht, wohl durch Anpassung (Blutalexine nur auf fremdes Blut). Diese kernlösenden Enzyme nennt Emmerich Nukleasen; eine solche ist die erwähnte Pyocyanase. Diese und ähnliche Fermente (Typhase etc.) sollen sich im Organismus mit einem den Leukocyten entstammenden Eiweißkörper zu einem Immunkörper, dem Immunproteidin, verbinden, das auch aus dem Ferment in vitro dargestellt werden kann. Die Pyocyanase lässt sich in festem Zustande darstellen und löst nun Milzbrandbacillen, Typhusbacillen etc. in vitro. Sie tötet sie auch im Organismus, wirkt aber nicht immunisierend; dies bewirkt erst ihre Eiweißverbindung, das Immunproteidin. Die Immunsera von Cholera und Typhus lösen auch in vitro die Bacillen, wenn der Sauerstoff abgeschlossen wird. Dieser Befund steht im Gegensatz zu den oben beschriebenen Resultaten von Pfeiffer.

Den Unterschied, dass die Pyocyanase die Bakterien auch aerob schnell vernichtet, während die Immunsera, die alle das „Immunproteidin" enthalten sollen, dies nur anaerob thun, versucht Emmerich dadurch zu erklären, dass er folgendes ausführt: die Bakterien vernichten in ihrem Stoffwechsel stetig eine gewisse Menge Enzym. Ist dies aber in frei wirkendem, gelösten Zustande, wie in der Pyocyanase vorhanden, so überwiegt seine zerstörende Wirkung; das hochmolekulare Immunproteidin dringt dagegen immer nur sehr langsam in das Bakterium ein, wird also stets wieder im Stoffwechsel vernichtet, wenn man nicht diesen Stoffwechsel durch Sauerstoffentziehung ausschaltet.

Die Bakterienenzyme wirken auch auf Gifte. Pyocyanase entgiftet Diphtherietoxin, sie ist bei 100° beständig, löst Fibrin und Hühnereiweiß, ist völlig ungiftig.

Die Bakterienenzyme sind die eigentlich immunisierenden Substanzen. Tuberkelbacillen bilden keine Enzyme, folglich ist eine Immunisierung mit Tuberkulin unmöglich. Die eigentlichen Giftstoffe sind im Gegensatz zu den gelösten Enzymen an die Bakterienleiber gebunden; infolge dessen kann man mit Bakterienpresssäften nur vergiften, nicht immunisieren.

Auch Verdauungsfermente entgiften Toxine (Pankreasferment Diphtherietoxin).

Ein antibakterielles Serum kann auch antitoxisch wirken, dagegen muss ein antitoxisches (weil es nach Emmerich stets ein Ferment ist) auch antibakteriell wirken.

Zum Schluss prophezeit Emmerich die Darstellung von „Heilserum" ohne Tier und empfiehlt die Anwendung seiner Pyocyanase gegen Diphtherie.

Nach Meinung des Ref. lassen sich auch Emmerich's Befunde wohl mit Ehrlich's Seitenkettentheorie vereinbaren: z. B. würde das „Immunproteidin" dem Immunkörper + Addiment Ehrlich's entsprechen, während in der Pyocyanase ein einfach proteolytisches Ferment, also das „Addiment", aber in konzentrierterer Form als im Blut anzunehmen wäre. Die anaerobe Wirksamkeit ließe sich dadurch erklären, dass das im frischen Serum enthaltene Addiment eben nur bei Sauerstoffzufuhr so leicht zerstört wird, wie es nach Ehrlich's Befunden thatsächlich geschieht.

Oktober 1899. **C. Oppenheimer** (Erlangen). [84]

Digitized by Google

M. Wilms, Die Mischgeschwülste, Heft 1. Die Mischgeschwülste der Niere.

8°. 90 S. 1 Taf. Leipzig, Arthur Georgi, 1899. Preis 4 Mk.

Als Mischgeschwülste bezeichnen die pathologischen Anatomen neuerdings solche Geschwulstformen, bei denen sich verschiedenartige, nach der üblichen histogenetischen Einteilung weit von einander getrennte Gewebstypen in regelloser Anordnung mit einander vereinigt finden. Solche Geschwülste fügen sich schlecht der Virchow'schen Einteilung der Geschwülste in histioide, organoide und teratoïde: man kann schwanken, ob man sie der 2. oder 3. dieser Kategorien zuweisen soll. Und vor allem ist es schwer, ihnen spezielle Namen zuzuweisen: mit Organen lassen sie sich nicht vergleichen und versucht man, sie nach den in ihnen vertretenen Gewebsarten zu bezeichnen, wie es bisher üblich war, so verfällt man völliger Willkür. Denn die verschiedenen Gewebstypen sind so regellos in ihnen verteilt, dass häufig der zufällige Gang der Untersuchung diese oder jene als vorwiegend oder besonders wichtig erscheinen lässt und veranlasst, dass nach ihnen die Geschwulst bezeichnet und klassifiziert wird. So werden dann Geschwulstformen von einander getrennt, die nach der Gesamtheit ihres Aufbaues zu einander gehören. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass Geschwülste aus dieser Gruppe, von gleicher topographischer Herkunft, meist einander ähnlich gebaut sind. So lassen sich unter dem nichts präjudizierenden Namen Mischgeschwülste der Niere, des Hodens u. s. w. natürliche Kreise verwandter Bildungen bezeichnen.

Wie aus dem Gesagten schon hervorgeht, bieten sich bei diesen Geschwülsten neben den allgemeinen biologischen Problemen, die für alle Neoplasmen noch ungelöst sind, auch eine Reihe Aufgaben aus dem Gebiet der deskriptiven Anatomie; schon deshalb ist das Unternehmen des Autors, der sich schon früher speziell mit solchen Mischgeschwülsten beschäftigt hat, eine Reihe monographischer Abhandlungen zu schaffen, sehr dankenswert.

In dem vorliegenden ersten Heft weist er nach, dass die in den ersten Lebensjahren zuweilen auftretenden Nierengeschwülste, die mit den verschiedensten Namen, hauptsächlich als Rhabdomyome oder Adenosarcome bezeichnet wurden, thatsächlich eine natürliche Gruppe bilden; der Grundtypus ihres Baues ist immer derselbe. Aus einem Keimgewebe von embryonalem, aber durchaus nicht epithelialem Charakter (Sarkomgewebe nach der Bezeichnungsweise der pathologischen Anatomen) gehen neben Blutgefäßen verschiedene Gewebsformen hervor, Schleimgewebe, Bindegewebe, elastische Fasern, zuweilen Fettgewebe oder Knorpel, immer auch mehr oder weniger gut ausgebildete quergestreifte Muskulatur und endlich auch Drüsenschläuche und zwar letztere durch eine ganz allmähliche Ausbildung des epithelialen Zellecharakters. Der Verf. findet dieselbe Entwicklung in den 7 von ihm sehr genau untersuchten Fällen in ähnlicher Weise wiederholt.

An der Hand der Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte sucht er nun nachzuweisen, dass die Vereinigung aller dieser und nur dieser Gewebe zu erklären sei durch die Annahme, dass eine Gruppe von Zellen des mittleren Keimblattes, die noch ihren undifferenzierten embryonalen Charakter bewahrt haben, unverändert in die fertige Niere verlagert worden sei. Das klingt wie eine einfache Wiederholung der Cohnheim'schen Geschwulsttheorie; es ist aber von besonderer Bedeutung, dass in diesem speziellen Fall jene Hypothese durch weitgehende Analogien gestützt wird.

Digitized by Google

Die Entstehung der Drüsenschläuche in der Geschwulst gleicht nämlich ganz der Entwicklung der Urnierenkanälchen aus dem soliden Urnierenblastem der Mittelplatte. Die quergestreifte Muskulatur und der Knorpel können sich dagegen nur aus Elementen der Ursegmente, Myotom und Sklerotom entwickeln. Müssen wir deshalb für die Anlage unserer Geschwülste bis auf ein Stadium zurückgehen, auf dem diese Zellterritorien noch im mittleren Keimblatt vereinigt sind, so ist es nur natürlich, dass auch die Fähigkeit Mesenchymgewebe, wie Gefäße, Binde- und Fettgewebe zu bilden, dem Geschwulstkeim innewohnt.

So ist ein Verständnis für diese Geschwulstarten nur auf Grund der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen zu finden. Aber, das deutet der Verf. an, und möchte der Ref. gerade hier hervorheben, es ist dies vielleicht ein Gebiet, auf dem die Pathologie der Entwicklungsgeschichte die Förderung, die sie heute von ihr erfährt, einst zurückerstatten kann. Wir wissen nicht, warum in den verschiedenen Fällen und in den verschiedenen Teilen einer Geschwulst die aufgezählten Gewebsarten verschieden gut ausgebildet sind. Der Verf. wirft die Frage auf, ob nicht etwa mechanische Momente die Ausbildung von Knorpel oder Fettgewebe oder elastischem Gewebe bald befördern, bald verhindern. Und macht nicht, wenn die Anschauungen des Verf. berechtigt sind, die Natur in diesen Fällen Experimente, die die Forscher im Gebiet der Entwicklungsmechanik kaum hoffen dürfen, willkürlich anzustellen? Sie konserviert eine Gruppe erst wenig differenzierter embryonaler Zellen und pflanzt sie gewissermaßen in einen Organismus, der sie reichlich mit Nahrung versorgt, während sie herausgerissen sind aus den zahllosen Korrelationen, die die Entwicklung des Individuums so bis ins kleinste regeln, dass wir wohl das Resultat beobachten, aber unmöglich die einzelnen Faktoren unterscheiden können. In dieser Richtung sind von weiteren möglichst genauen Untersuchungen über Mischgeschwülste Ergebnisse zu erhoffen, die nicht nur das Interesse der engsten Fachgenossen verdienen. **Werner Rosenthal** [106]

H. Rieder, Atlas der klinischen Mikroskopie des Harnes.

Gr. 8°. 36 Taf. mit 176 Fig. 72 S. Text. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1898.

Der vorliegende Atlas enthält in zahlreich bemessenen und sehr naturwahren Farbentafeln ein Material, das beim Lehren und Erlernen klinischer Mikroskopie sehr nützlich sein wird. Für weitere Kreise sei darauf hingewiesen, dass auch die krystallinischen Harnsedimente, wie Harnsäure und ihre Salze, in ihren so sehr mannigfaltig wechselnden Krystallformen durch zahlreiche Abbildungen vertreten sind. **W.** [107]

Berichtigung.

Der in Nr. 12 und 13 ds. Blattes veröffentlichte Aufsatz über Protozoënkeime im Regenwasser enthält in der Anmerkung zu S. 435 die Angabe, dass zahllose, lebhaft sich umhertummelnde kleinste Sporozoën in den Regenwasser-Kulturen vom April und Mai ds. Js. gefunden worden seien. — Der Verf. des betr. Artikels teilt uns jetzt mit, dass er unter Sporozoën an dieser Stelle nur kleinste sporenartige tierische Lebewesen verstanden habe, die aber nicht zu der in den zoolog. Lehrbüchern beschriebenen Klasse der Sporozoën, sondern zur Abteilung kleiner bewimperter Monaden sens. str. — den sog. Zoosporëen (cf. Claus, Lehrbuch der Zoologie, 1897, S. 230) zu zählen sind.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Digitized by Google

Alphabetisches Namen-Register.

Adanson 147.
Agassiz 299.
Albrecht 103.
Altmann 669 fg., 698 fg., 724, 731.
Amici 473.
Ammon 747 fg.
Ampère 86.
Andersson 369, 377.
Apáthy 110 fg., 680, 709.
Apstein 318, 369, 584 fg.
Aristoteles 304, 661.
Arndt 669, 697.
Arnhart 521 fg.
Arnold 651, 696.
Arrhenius 241, 246 fg., 555.
Aurivillius 369 fg.
Avogadro 273.

Babes 803.
Bachmann 226, 554, 773.
Baer, v. 47, 443 fg., 744 fg.
Bail 812.
Balbiani 155.
Baldassari 724.
Balfour 396.
Bankart 443.
Barber 717.
Bary, de 218, 773.
Bauer 320.
Baumgärtner 696.
Baur 328.
Béchamp 669, 698, 764.
Bechterew 726, 752.
Bedriaga, v. 338.
Beer 517 fg.
Behring 802 fg., 809.
Belajeff 474.
Beneden, van 611.
Berg 267.
Berger 700.
Bergh 615 fg.
Bergmann 646, 651.
Bernard, Cl. 272.
Bernstein 289 fg., 571 fg,
Berthold 292 fg., 312.
Bethe 517 fg., 521 fg., 709 fg.
Bichat 661, 758, 768.
Bickel 304.
Biedermann 290, 579.
Billot 193.
Birge 341.
Blainville 498.
Blanc 588.
Blanckenhorn 300.
Blix 720.
Bloch 377.
Blumenthal 803, 810.
Boeckh 243, 377.
Boer 810.
Böhm 788.
Bohadsch 499.
du Bois-Reymond, E. 284, 291, 592.
du Bois-Reymond, R. 720.
Bokorny 177 fg., 316, 558 fg.
Bonnet 418, 451.
Bonnier 303, 307, 337.
Borden 661.
Bordet 812.
Boruttau 290.
Bourgery 443, 738.
Bourne 503.
Bouvier 615.
Bower 211, 219, 223.
Boyer 443,
Böse 301.
Brady 774.
Brandt 370.
Brauer 405.
Braun 527.
Braune 415.
Brefeld 213, 222, 389.
Brehm 305, 651.
Breitenstein 612.
Brieger 810.
Briquet 303, 306, 333 fg.
Broca 106.
Bronn 158 fg., 299, 647 fg.
Brown 671.
Brunn, v. 634.
Brunner 555 fg.
Brücke 697.
Buchenau 332.
Buchner 215, 802, 811 fg.
Budde 643 fg.
Bulle 615.
Burgess 634.

Digitized by Google

Burgk 567.
Bürger 80.
Bütschli 154 fg., 292, 429, 485, 670 fg.

Camerarius 473.
Camus 801.
Candolle, de 149, 302.
Car 59 fg.
Carpenter 774.
Caullery 651.
Celakowsky 211, 223.
Chabert 611.
Chaffkin 659.
Charrin 809.
Chiaje, delle 615.
Chittenden 692, 729.
Chodat 314 fg., 590.
Church 308 fg.
Claus 428, 459 fg., 612, 707, 816.
Clausius 273.
Cleve 370 fg.
Cloquet 443.
Cohn, F. 73, 218.
Cohnheim 815.
Colucci 49.
Collet 636.
Collin 22 fg., 256 fg.
Conklin 43.
Courmont 810.
Crampton 52.
Crouan 309 fg.
Culmann 516, 738, 743.
Cunningham 501.
Cuvier 47, 299 fg., 334 fg., 499 fg., 611, 615, 733.
Czermak 732.

Dalton 273.
Dames 299.
Danilewsky 729.
D'Arsonval 809.
Darwin 192, 195, 371, 455, 651, 690, 726, 729.
Dassonville 353.
Davenport 288.
Davis 221,
Delage 111, 384, 667, 736 fg.
Denker 104 fg.
Dodd 377.
Dogiel 701 fg.
Dohrn 655.
Donald 270.
Dönitz 804.
D'Orbigny 774.
Dorfmeister 75.
Douliot 388.
Doyon 810.
Dreyer 296.
Driesch 33 fg., 111, 454.
Dufour 169.
Duncker 363 fg.
Dursy 453.
Dutrochet 663.
Duval 666, 756.

Edwards 75.
Ehlers 262 fg., 269 fg.
Ehrenberg 733.
Ehrlich 801 fg,
Ehrmann 202 fg.
Eigenmann 341 fg.
Eimer 208, 333, 717, 773 fg.
Eisig 35 fg.
Ekholm 254.
Ekman 370.
Ekström 377.
Elsberg 690.
Emery 432.
Emmerich 813 fg.
Engelmann, Prof. 160.
Engelmann, cand. med. 487.
Erismann 422.
Erlanger 74, 502.
Ermengem, van 810.
Escherich 287, 654 fg.
Estor 698, 764.
Evertz 160.
Ewart 377.
Exner 525.

Falkenberg 308 fg.
Fallopius 661.
Farmer 220.
Faussek 681.
Ferrari 725.
Fickert 773 fg.
Fischel 444 fg., 451 fg., 746.
Fischer, A. 297.
Fischer, E. 559.
Fischer, H. 503.
Flatau 766.
Fleischmann 339, 612.
Flemming 138, 668, 680.
Fontana 671.
Forel 313.
Fraipont 137.
France, Anatole 688.
Fraser 803.
Frenzel 728, 788.
Friedländer 15 fg., 237 fg., 241 fg., 553 fg.
Friedmann 623 fg.
Friedrich 287.
Fuhrmann 584 fg.

Galenus 661.
Galilei 295.
Galton 42.
Ganglbauer 286.
Garbowsky 110 fg.
Gauss 365, 367.
Gautier 667, 725.
Gay-Lussac 273.
Gegenbaur 172.
Gehuchten, van 384, 680.
Giesenhagen 236 fg.
Gilchrist 497 fg.
Gilson 136 fg.
Gley 801.
Gmelin 149, 193.
Goethe 47, 303.
Göbel 38, 94, 191 fg., 225, 236 fg., 305, 385 fg.
Göbeler 391.
Godron 192.
Goldscheider 766.
Golgi 240. 752.
Graber 517.
Graf, A. 727.
Grant 653.
Grawitz 384.
Gray 26.
Greeff 155.
Grenacher 125.

Digitized by Google

Gruber 443.
Grützner 505.
Gueinzius 655.
Guignard 474, 480 fg.
Guldberg 644 fg.

Haacke 40, 612, 628, 646.
Haberlandt 326.
Häckel 377, 411, 612 fg., 625, 690, 726, 729, 778 fg.
Haller 612, 695, 733.
Hamann 328.
Hanin 530.
Hanstein 392.
Harper 222.
Hartig 389.
Harting 612.
Hauser 765.
Hayduk 183.
Hayek 608, 612.
Heidenhain 677, 723, 770.
Heider 57 fg., 608.
Heincke 334 fg.
Heinricher 10, 329.
Heinroth 622.
Heitzmann 667.
Helmholtz 303.
Henke 640.
Henle 420, 695.
Henneberg 580.
Henneguy 464, 658, 667.
Hensen 378, 584 fg.
Herbst 42.
Hering 525 fg.
Hermann 138 fg., 290 fg., 526, 640.
Hertwig, O. 46 fg., 74, 411, 667, 691, 726.
Hertwig, R. 131, 298, 460, 463, 612.
Hesse 266.
Heymons 48.
Hilaire, St. 303, 709 fg.
Hildebrand 466.
Hilgendorff 514.
Hillebrandt 328.
Hirasé 479 fg.
Hirsch 744.
His 48, 103, 415 fg., 445, 452.
Höber 271 fg., 491 fg.
Hoek 377.
Hofer 590.
Hoff, van't 273.
Hoffmann 396 fg.
Hofmann 31, 209, 713.
Hofmeister 195, 474.
Holmgreen 709 fg.
Horn 287.
Hörmann 289 fg., 571 fg.
Houghton Gill 316.
Hoyle 610.
Huber 555.
Hubrecht 171 fg.
Humboldt, A. v. 611.
Hunger 385.
Huxley 73, 117, 411, 612,

Ihle 608 fg.
Ikeno 477 fg.
Imhof 73, 339 fg., 719, 751.
Jagodzinsky 295 fg., 327 fg.
Janczewsky 310.
Janse 297.
Jenner 800.
Jennings 51, 74.
Jensen 298.
Jhering, v. 497 fg.
Jickeli 158.
Jolyet 580.
Jones 774.
Jost 145 fg., 485 fg.
Jussieu, de 147.

Kant 37, 91, 303, 522.
Karawaiew 122 fg., 161 fg., 196 fg.
Karsten 217. 389.
Kassowitz 684 fg.
Kathariner 712 fg.
Keibel 172, 240, 445 fg., 590 fg., 744 fg.
Keller 321 fg., 353 fg., 433 fg., 465 fg.
Kellicot 341 fg.
Kempner 803, 809.
Kent 96.
Kieffer 529 fg., 542 fg., 561 fg., 598, 600 fg.
Kienitz-Gerloff 349 fg.
Kiesow 492 fg.
Kirchner 100.
Klebahn 220, 316, 387.
Klebs 144, 209 fg., 387, 724, 771 fg., 800.
Klein 667.
Kleinenberg 125.
Klemm 558.
Klien 724.
Knauthe 267, 579 fg., 783 fg.
Knop 353.
Knörrich 785 fg.
Koch 177.
Kofoid 339 fg., 584 fg.
Köhler 503, 615.
Kolbe 287.
Kolkwitz 784 fg.
Kölliker 240.
Kollmann 103 fg., 463, 812.
Kooders 326.
Korschelt 608 fg.
Kossel 801, 812.
Kowalevsky 128, 196, 407 fg., 411.
Kraft 638.
Krämer 15 fg., 237 fg., 261 fg., 553 fg.
Krasan 329, 337.
Krassilstschik 484.
Kraus 321 fg.
Krebs 465.
Krehl 80.
Kröyer 377.
Krüger 779 fg., 809.
Kuckuck 308 fg.
Kühn 386.
Kükenthal 32, 527, 612.
Kunstler 669, 697.
Kupffer 396 fg.

Labbé 383 fg.
Lacaze-Duthiers 502.
Lagerheim 222.
Lamarck 728, 742, 768.
Lang 615 fg., 628 fg.

Digitized by Google

Laplace 37.
Lauterborn 74.
Lavdowsky 411, 726.
Lavoisier 768.
Layel 768.
Leclerc 433.
Lecomte 287.
Lee 464.
Lehmann 526.
Lemmermann 316.
Lenhossék 680.
Leuckart 169, 607 fg., 646.
Leue 615.
Leuwenhoek 671.
Levander 318.
Leydig 73, 667, 756.
Lilienfeld 560.
Lilienthal 516.
Lilljeborg 345.
Linden, Gräfin Maria v. 202 fg., 623.
Lindner 421 fg., 456 fg.
Linné 145, 302.
Ljungmann 368.
Loeb 45, 266.
Löffler 724, 804.
Löw 180 fg., 288, 529 fg., 546, 558 fg., 600, 652 fg., 813.
Lotsy 482 fg.
Lovén 502.
Lucae 103.
Lucretius, T. 273.
Ludloff 298.
Ludwig 286.
Lukjanoff 657 fg., 667, 700.
Luschka 103.

Macdonald 22 fg.
Mach 285.
Madsen 808.
Maggi 669, 697.
Malm 377.
Malpighi 662, 756.
Man, de 410.
Marmier 809.
Marshall 632 fg., 642.
Marsson 319.
Martens, v. 638 fg.
Martin 669, 697, 764.
Marx 811.
Matthew 377.
Maupas 154 fg., 216, 460.
Maurizio 558 fg, 773.
Mayer 137, 464, 623.
Mazzarelli 497 fg., 615 fg.
Meckel 615.
Meess 30.
Mehlis 611.
Mehnert 443 fg., 744 fg.
Merkel 418.
Mesnil 651.
Metalnikoff 410.
Metschnikoff 658, 767 fg., 800, 811.
Meyer, v. 516, 738 fg.
Meyers 801.
Meynert 524, 530.
Michelangelo 637.
Milchner 803.
Miquel 216, 315.
Mirbel 663, 756.
Mitsukuri 404.
Moisisowicz 527.
Moissan 281.
Morgan 44, 52, 454.
Morgenroth 801, 810 fg.
Morgenstern 240.
Möbius, M. 473.
Möbusz 128 fg., 169 fg., 196.
Morestin 443.
Moxter 811.
Murbeck 333.
Müller 138, 350 fg.

Nägeli 116, 193, 215, 302 fg., 328, 334, 571, 653, 690.
Nassonow 200, 410.
Nawaschin 480.
Nencki 813.
Nernst 494.
Neumann 240.
Neumayr 774.
Nilsson 377.
Nissl 766.
Noll 329.
Nordmann, v. 611.
Nusbaum 700.

Ognoff 136 fg.
Oltmanns 220 fg.
Oppenheimer 814.
Ostwald 86.
Oudemans 612 fg., 682 fg.
Overton 220, 558.
Owsjannikoff 726.

Pagenstecher 530, 637, 646 fg.
Pander 453.
Paneth 138.
Pantel 351 fg.
Parker 776.
Pasteur 559, 658, 800.
Pawloff 657, 721 fg., 770.
Pax 336.
Pearson 380.
Pelseneer 497 fg., 615 fg.
Peremeschko 413.
Peringuay 655.
Perrier 503, 615 fg.
Perris 529.
Peter 339.
Peters 550 fg.
Petersen 377.
Pettenkofer 579.
Pettersson 370.
Petry 150.
Peyritsch 150, 191.
Pfeffer 297, 306, 558.
Pfeiffer 810 fg.
Pfitzer 216.
Pfitzner 443.
Pflüger 93, 290.
Phillips 443.
Phisalix 803.
Pictet 271.
Plate 59, 73, 154 fg., 613, 784.
Plateau 349 fg.
Pogoschewa 701.
Poppe 345.
Poulton 712.
Powell 18 fg., 242.
Prantl 390.
Prestel 422.
Pringsheim 210 fg., 773.
Prochownik 637.

Digitized by Google

Pruvot 502.
Purkinje 415.
Pütz 102.

Quincke 292.

Raciborski 386.
Raffray 655.
Ramdohr 169.
Ramon y Cajal 680.
Rang 498.
Ransom 810.
Ranvier 420.
Raspail 663.
Rawitz 612.
Regnard 580.
Reh 625 fg.
Reichelt 99,
Reighard 341.
Reinhard 486 fg.
Reinke 81 fg., 113 fg., 308, 652 fg., 676, 756.
Reitter 287.
Retzius 701 fg.
Reuleaux 507 fg.
Reuss 774.
Reutti 80.
Rhumbler 778.
Rieder 816.
Riley 287.
Risso 498.
Ritsema 287.
Ritter 517.
Robert 618.
Römer 240.
Rondani 529, 548,
Rosen 193.
Rosenberg 452.
Rosenhauer 96.
Rosenthal, J. 298, 688, 720.
Rosenthal, W. 816.
Rothschild 622.
Roux 38, 46, 53, 335, 384, 450 fg., 516, 691, 810.
Rudbergus 145.
Rudolphi 611.
Ruge 386 fg.
Ruhmer 327.
Rumphius 28 fg.
Ruppel 809.
Russel 724.
Rübsaamen 529 fg,, 552, 561 fg., 593 fg.
Rühl 713.
Rüst 300 fg.

Sachs 210 fg., 388, 473 fg., 735, 787.
Salensky 73.
Sars 345. 377.
Schattenfroh 812.
Schaudinn 297.
Schauinsland 97, 622.
Schewilewski 803.
Schiemenz 621.
Schiffner 390.
Schilling 142 fg., 386.
Schimper 226 fg., 554.
Schlater 657 fg,, 689 fg., 721 fg., 731, 753 fg.
Schleiden 324, 663, 695, 756, 768.
Schmarda 612.
Schmeil 345.
Schmitz 220.
Schneider 567.
Schopenhauer 91.
Schreiber 215, 709 fg.
Schröder 315, 319, 712.
Schröter 100, 319.
Schultze 774.
Schulze 664 fg., 689 fg., 756, 784.
Schwager 774.
Schwalbe 139, 206, 445 fg., 452 fg.
Schwann 663, 695, 756.
Schwarz 724.
Schweinitz 813.
Scudder 634.
Sedgwick 736.
Seemann 22.
Selenka 171 fg.. 612.
Semper 73.
Seydlitz 287.
Skworzoff 764.
Smirnow 809.
Smith 443.
Sobernheim 809.
Solger 102.
Sörensen 517.
Speck 720.
Spee, Graf 171.
Spencer 691, 726.
Spengel 266, 410.
Spuler 30.
Stadelmann 552.
Stahl 385.
Stameroff 324.
Standfuss 75 fg., 333, 634, 712 fg.
Staudinger 31.
Stehelin 147.
Stein 155 fg., 459, 655.
Steinmann 681 fg.
Stephens 801.
Sternberg 496.
Sterne, Carus 652.
Stieda 103 fg.
Stiles 608 fg.
Stohmann 581.
Strahl 396.
Strasburger 221, 474, 484.
Strohmeyer 316.
Stutzer 581.
Susta 788.
Sundevall 377.
Swenander 638.
Swirski 452,

Tangl 579 fg.
Tessin 59, 73.
Thaxter 222.
Thilenius 15 fg., 248, 543.
Thilo 504.
Thomas 567 fg.
Thuret 308 fg.
Tieghem, van 218, 388.
Tischutkin 411 fg.
Tomes 240.
Tornier 487 fg., 516, 549 fg.
Töply 110.
Trambusti 724.
Trautsch 612.
Treub 326.
Trimen 655.
Trinchese 501.
Turner 28.
Turpin 663, 756.
Türstig 452.

Digitized by Google

Uexküll 517 fg.
Uschinsky 810.

Vaysière 499 fg., 615.
Velten 668.
Venus 717.
Verworn 292, 298, 574 fg., 667. 691, 727.
Vines 210 fg., 219.
Virchow 106, 419, 658 fg., 696. 815.
Vöchting 150 fg., 186 fg.
Voit 579, 686.
Vries, de 691, 726.
Vrolik 192.

Wächter 305, 330.
Wagner 530, 785.
Waldeyer 103 fg., 675 fg., 756.
Wallengren 153 fg., 461 fg.
Walter 784 fg.
Ward 341, 738, 589.
Wasmann 286 fg., 351 fg., 432, 655.
Wassermann 803, 809.
Webber 475.
Wehrmann 803.
Weigert 803.
Weinberg 752.
Weismann 53, 75, 114, 374, 432, 654, 691, 781.
Weldon 42.
Westwood 287.
Wettstein, v. 333, 338.
Whitwell 18.
Wiedersheim 336, 496, 505.
Wiener 716.
Wiesner 1 fg., 691.
Wigand 36, 48.
Will 396 fg.
Williams 220.
Wilms 815.
Wilser 747.
Wilson 35 fg.
Wimmer 183.
Winnertz 529, 542 fg., 561 fg.
Wirtgen 185.
Wislicenus 151, 189.
Wocke 31.
Wolff, C. F. 49, 662 fg., 733, 756.
Wolff, J. 738 fg.
Wood 712.
Woodworth 238 fg.

Yung 588, 612.
Yersin 810.

Zacharias 73, 95, 141 fg., 285 fg., 313 fg., 788.
Zeder 611.
Zehnder 590 fg.
Zelinka 73.
Zenker 779.
Zeynek, v. 493 fg.
Ziegler 751.
Zioberg 145.
Zittel 299 fg., 652.
Zuccardi 500.
Zumstein 484 fg.
Zuntz 267, 579, 720, 784 fg.

Digitized by Google

Alphabetisches Sachregister.

A.

Abies excelsa 14, *A. pectinata* 14.
Abstammung, polyphyletische und monophyletische 118 fg., Abst. von verschied. Vätern bei Geschwistern desselben Wurfes 487 fg.
Acanthaceae 190.
Acer campestre 13.
Achillea millefolium 184.
Achnanthes longipes 217.
Aconitum 148.
Actaeon 497.
Adaptationsfaktoren 54.
Aecidien 214.
Aethalium 297.
Affen, Blattumkehr im Ei der 171 fg.
Akelii 149.
Aleurodes 530.
Alisma 394.
Allotropie 327.
Ammon'sches Gesetz 750.
Amanita phalloides 183.
Amblypoda 299.
Amblystoma 330.
Amöben, ihre Bewegung 572 fg.
Amoeba diffluens 429.
Amphiura squamata 38.
Amphora gracilis 99, *A. ovalis* 99.
Amygdalus dulcis 329.
Anabaena 315 fg.
Anarhynchus frontalis 636 fg.
Andricus fecundatrix 561.
Androsace 336.
Anobium paniceum, Darmkanal der Larve von 122 fg., 161 fg., 196 fg.
Anomalien, zygomorphe 152.
Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke 1 fg., Begriff der A. 119.
Antherozoidien 473 fg.
Anthocerotaceae 300.
Anthrenus verbasci 128, 170, 196.
Antirrhinum 149, 192.
Anuraea aculeata 97, *A. cochlearis* 97, 102.
Aphanisomenon 315.
Aplysia punctata 497 fg.
Arachnoideen, nicht verwandt mit den Pentastomen 614.
Araschnia 327, *levana* 328, 330, *prorsa* 328, 330.
Arcella 297.
Archaeopterix 299.
Archegoniaten, Generationswechsel 209.
Archiblast 413.
Archimyceten 221.
Armoracia 7.
Arnica montana 184.
Arnoldia gemmat 561.
Arten, Entstehung der 330 fg., 376 fg.
Artbildung, Bedeutung der Färbung und Zeichnung für die 203, Eimer'sche Theorie der 774.
Artemia Mühlhausenii 272, *A. salina* 272, 330.
Artemisia campestris 543.
Arthrocnodax 530, *A. incanus* 562.
Arthrozoen, Verbesserungen im System der 608 fg.
Arum 442.
Arundo phragmites 562.

Digitized by Google

Ascaris megalocephala 410.
Ascoidea 213, 222, 430
Ascomyceten 220 fg., Abstammung 221.
Asconemus gibbosum schmarotzt in Cecidomyiden 607.
Asellus aquaticus 254.
Asynapta Thurani 568.
Asymmetrie, der Ausbildung, der Lage, der Gestalt; individuelle und physiologische 648 fg., Ursache 649 fg.
Aspergillus niger 279.
Asphodelus albus 441.
Asphondylia 533, 539 fg., *A. Meyeri* 594.
Aspidioto ancylus, articulatus, nerii 635.
Aspidium Serra 391, 393.
Asplanchna Brightwellii, ihre embryonale Entwicklung 59 fg., *A. Herrickii* 74, *A. Priodonta* 59, 318.
Asplenium adulterinum 230, 391, *A. viride* 230, 391.
Astacus fluviatilis, Nervensystem 710.
Asterionella gracillima 101, 315 fg.
Atavismus, Erklärung des 308.
Atheya Zachariasi 285.
Atomistik, als heurist. Prinzip 274.
Auge, Pigmentierung 206.
Augenfleck 142.
Autoblasten 731 fg.
Auxiliarzellen 220 fg.
Auxosporenbildung 216, durch Wasserwechsel 217.
Axolotl 203, (Mexic.) 334.

B.

Bacillus anthracis 215.
Bacillariaceen 315.
Badener, Zur Anthropologie der 747 fg.
Bakterien, Geschlechtsprozess 215; Eliminierung d. Fähigkeit der Farbstoffbildung 306.
Bambusen 15.
Bathybius Huxley's 117.
Batrachoseps attenuatus 131.
Batrachospermum 219 fg.
Begonia-Arten 13.
Beleuchtungsverhältnisse d. Waldes 5.
Bauchaugen 264.
Bignoniaceae 190.
Birgus latro 242.
Bioblast, Begriff u. Bedeutung d. 754 fg.
Biogenetisches Grundgesetz 48, Anm.
Biologie, ihre vergleichende Meth. ist nicht Wissensch., nur Vorarbeit dazu 40 fg., Sylvestre 719, Aëriale 751 fg., Epochen der Biologie 760.
Biophoren 114.
Blätter, photometrische, aphotometrische 1 fg., euphotometrische 2, panphotometrische 2 fg.; Blattfläche, Ursache der Veränderung der 12.
Blastomerendifferenzierung, v. Plasma abhängig 44; prospektive Bedeutung und prospektive Potenz 52, Anm.
Blechnum Spicant. 391.
Blütenpflanzen, Befruchtungsprozess bei 473 fg.
Blutbildung 203 fg.
Blyttia 390.
Bombinator igneus 642.
Bombus hortorum 351.
Botryococcus Brauni 97.
Brachionus amphiceros 318, *B. angularis* 318.
Branchipus 273, 330.
Brasenia 394.
Bremia 542, *B. aphidimyza* 534, *B. aphidivora* 540.
Bryocrypta dubia 567.
Bryomyia Bergrothi 567.
Bryophyten, Gametophyt und Sporophyt bei den 209.
Bulla 497.

C.

Cabomba 394.
Calamagrostis lanceolata 566.
Cacteen, Abstammung der 120.
Caesalpinia coriaria 183.
Calcituba 297.
Calciumoxalat: Baustoff, nicht Auswurfstoff 321 fg.
Calimorpha dominula, var. *persona* 333.
Callidina Russeola 74.
Callithamnion 220.
Caltha palustris 394.
Campanula rotundifolia 305.
Campylomyza 533, *C. dimorphogyna* 543.
Canna indica 350.

Digitized by Google

Capitella 38.
Carassius gibelio 788.
Carex 543 fg.
Carchesium polypinum 156.
Cassia fistula 178.
Catocha muscicola 567.
Caulerpa 119, 297.
Cavia 172.
Cecidomyiden, Lebensweise 529 fg., 561 fg., 593 fg.; *C. rosaria* 533, *C. pini* 536, *C. acrophila, cardaminis, pavida, saliata, terminalis* 538, *C. inulae* 539, *corneola* 545, 565, *glutinosa* 567, *airae, compositarum, riparia* 568, *pustulans, subulifex* 569, *brassicae* 595, allgemeine Synophe, geordnet nach der Art, wie die verschiedenen Gattungen die Pflanzen angreifen 596 fg.
Cenogenetischer Prozess 174, 176.
Ceratium hirundinella 102, 318, var. *macroceras*.
Cercomonade 426.
Cereus senilis, Oxalat bei 324.
Certiola 328.
Cetraria 118.
Chaetophorus versicolor 549.
Chammophyten 232.
Chara 211, 219.
Chemose, Unterschied einer und eines Organismus 89, 113 fg.
Chelonia caouana 404.
Chemotaxis 288.
Chemotropismus 288.
Chenopodium bonus Henricus 392 fg.
Chinodiplosis 563.
Chioglossa 336.
Chionapsis vaccinii 561, *minor* 635.
Chlamydomonas 215 fg.
Chlorophyceen 220, 316.
Chondrocystis schauinslandi 622.
Chromatophoren 142.
Chromiolen 130 fg.
Chromoblasten 130 fg.
Chromomeren 132 fg.
Chromosome, verschiedene Anzahl in den Zellkernen je nach der Generation 220.
Chrysomandinen 144.
Chytridien 221,
Cichoriaceae 190.
Ciliaten, notw. Generationswechsel 216.
Cladonia 118.
Cladophora 286.
Clambidae 287.
Clinorhyncha H. Lw. 544.
Closterium (97) *subpronum* (var. *lacustre*). *C. cornu* 314, *C. pseudospirotaenium* 314.
Clupea harengus 363 fg., *C. sprattus* 370.
Coccomorpha 532, 534, *C. circumspinosa* 566.
Cocconëis pediculus 99, *C. placentula* 99.
Coeleochaete 210, 219, 224, 311.
Colchicum autumnale 439.
Collema 222.
Colomyia clavata 537, *C. caricis* 566.
Coluber aesculapii 396.
Colutea 326.
Compasspflanzen, biologische Bedeutung 10, sie sind panphotometrisch 11.
Compositen 190, 353.
Condylarthra 299.
Conochilus unicornis 97.
Copepoden, als Heringsnahrung 364.
Cosmarium 315.
Coriscium Brongniardellum 563.
Corydalis solida 192.
Corydia petiverana 635.
Corylophidae 287.
Crangon vulgaris 702.
Creodontia 299.
Cruciferen 353.
Crustaceen, Innervation des Gefäßsystems und subepidermales Nervengeflecht bei den 700 fg.
Ctenolabrus 338.
Cucurbitaceen 353.
Cucurbitaria aquaeductuum 285 fg, (als Planktonmitglied).
Cupressineen 481.
Cuscuta 118.
Cutleria multifida, Aglaozonia reptans 308 fg., *C. adspersa* 310.
Cyanophyceen 387.
Cycas revoluta 475 fg.
Cyclops strenuus 96.
Cyclotella comta Kütz., var. *radiosa* Grun. 99.
Cymatopleura elliptica 99, *C. solea* 99, *C. solea, form. apiculata* 99.

Digitized by Google

Cymbella amphicephala 99, *C. cistula* 99, *C. cuspidata* 99, *C. gastroides* 99, *C. lanceolata* 99.

D.

Dactylis glomerata 15.
Daphnia galeata 96, var. *obtusifrons* 96.
Dasychira abietis 332.
Delphinium 148.
Desmidieen 314.
Desmidiaceen 215 fg., 387.
Deszendenztheorie, ihr Wert 36 fg., 116.
Determinanten 114.
Dianthus barbatus 350.
Diatoma vulgare 99.
Diaptomus gracilis 96, 102.
Diatomeen 119, 215, notw. Generationswechsel 216.
Dicerura scirpicola 566.
Dichelomyia Pseudococcus 532, *D. rosaria* 536, *D. saliciperda* 538 fg., *D. inclusa* 539, *saliciperda, salicis* 547, 593, *D. Galii, symphiti* 561, *fraxini* 563, *albilabris* 564, *pseudococcus* 567, *scabiosae, Beckiana* 568, *Engstfeldi* 569, *abietiperda, inclusa, sisymbrii* 593, *capitigena, Löwii, rosaria, strobi, subpatula* 594, *affinis, lychnidis, persicariae, raphanistri, stachydis, violae* 604, *klugii* 605.
Dichrona gallarum 542, 569.
Dictyosphaerium pulchellum 141, 315.
Digitalis 150, *purpurea* 192.
Dinobryon sertularia 97.
Dinoflagellaten 141 fg.
Diplophrys Archeri 144.
Diplosis aphidimyza 529, *equestris* 530, *inulae* 536, *aphidimyza* 548, *aphidisuga, aphidivora* 549, *cilipes, vecans, vorax* 561, *coniophaga* 562, *botularia, bupleuri, cilicrus, coriscii, galliperda, oculiperda, rosiperda, thalictricola* 563, *ceomatis, erysiphes, melampsorae, praecox, pucciniae, pulsatilla, sphaerothecae, tremulae, tussilaginis* 564, *glyceriae* 565, *brachyntera, pini* 566, *asclepiadis, brirae, crinata, dactylidis, geniculati, hypochoeridis, mosellana, pisi, tritici* 568, *heraclei* 569, *petioli, scoparii* 593, *acetosellae, rumicis, Steini* 595, *tiliarum* 604.
Dipodascus 222.
Discina 301.
Dolabella 500.
Dominanten, im Gegensatz zu den Energien 86 fg., 113, Arbeits- und Gestaltungsdominanten 89 fg., Vererbungsdominanten 114 fg., 652 fg.
Dotterelemente, Beziehungen der D. zu den Keimblätterzellen 411, Struktur des Dotters 413.
Drüse d. Bohadsch 499, Hypobranchialdrüse 500, Genitaldrüse 615.

E.

Eidechsenschwanz, Ein mit Saugscheibe 549 fg.
Eienergide 221.
Eigenschaften, Konstanz der 305 fg.
Einflüsse, unbekannte kosm. auf physiologische Vorgänge 241 fg.
Einschleppungstheorie 208.
Einströmungstheorie 208.
Eiweiß, Verhältnis zu Dotter und Schale in Vogeleiern 320.
Eizelle, Zusammenh. mit d. Mutterpfl. 224.
Ektoderm 49.
Ektoplasma 159.
Elaegnus europaeus 9.
Elektrizität, Einfluss auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer 267.
Elektrotaxis 288.
Elektrotropismus 288.
Elementarprozess, morphogener 49.
Encyonema caespitosum 99.
Endaphis perfidus 547.
Endomyces 222.
Endosporen 215, 482.
Energidentheorie (von Sachs) 735.
Entoderm 36.
Entoplasma 159.
Entwicklungsmechanik 115.
Eosphora digitata 73.
Epiblast, Anlage des 412.
Epidosis 533.
Epigenesis, Prinzip der 115.
Epilampra verticalis 634.
Epipogon 118.
Epistylis simulans 154 fg., 461 fg.

Digitized by Google

Epithelzellen, isodiametrische 131.
Epithemia argus 100, *E. turgida* 100.
Epitokie 270.
Equisetum Telmateja 483.
Ericaceae 150.
Erinaceus 172.
Ernährung, holophytische und saprophytische 143.
Euasceen 222.
Euastrum 315.
Euglena gracilis 484 fg., *E. viridis* 787.
Eunice-Arten 19, 22, 270.
Euphorbiaceen 353.
Eupithecia oblongata 712.
Euphrosyne-Arten 19, 22, 270.
Euryale 394.
Eurotium 212.
Evolution, Prinzip der 115.

F.

Faba 353.
Familie, Umwandlung der 374 fg.
Fehlergesetz, biologisches, nach Heincke 365.
Festuca glauca 337, *F. sulcata* 337.
Feuchtigkeit, physiologische 227.
Ficaria ranuncoloides 392.
Fische, Verdauung und Stoffwechsel 579 fg.
Fixieren der Insektenlarven 123 fg
Flechten, phylogen. Entstehung d. 118.
Flechtenthallus, Entstehung des 118.
Florideen, Bildung der Intrasporen und Caryosporen 213.
Floscularia mutabilis 141.
Foraminiferen, Artbildung und Verwandtschaft bei den 773 fg.
Formation: Pflanzenverein 231.
Formica sanguinea, pratensis 287.
Fortpflanzung, Abhängigkeit von äuß. Einflüssen bei Algen und Pilzen 213, F. durch Teilung oder bewegl. vegetative Zellen 215, di- u. polymorphe Fortpflanzung 223.
Fortpflanzungsapparat der Tektibranchier 615.
Fragilaria crotonensis 97, 315, *F. capucina* 99, *F. construens* 99, *F. mutabilis* 99.
Fraxinus Ornus 185.
Fucaceen, Fortpflanzung 218.
Fucus 220, 484.
Fundulus 338.
Furchung 51, gleichzeit. Anteil physik.-physiol. Faktoren am Zustandekommen v. Furchungsbildern 51 Anm.
Fußembryo 310.

G.

Gadiden 379.
Gagea 185.
Galeobdolon luteum 191.
Galeopsis speciosa, var. *sulfurea* 306.
Gallertbildungen, Funktion der oberflächlichen 385 fg.
Gallertkappen als Puffer 387.
Galtonkurve 153.
Gasterosteus 512.
Gasträatheorie 48.
Gastromyceten 222, Gattung. Begriff der 327 fg.
Gastropoden 497 fg., 593 fg., 615.
Gastropteron 503.
Gastrula 49.
Gebia littoralis 702.
Geburtengesetz der Samoaner 260,
Gemmenbildung 773.
Generationswechsel, homologer und antithetischer 211 fg.
Gerbstoffe, im Pflanzenreiche 179.
Geotropismus 288.
Gesetz der teleologischen Mechanik 93.
Gesetze, die sog. G. der Zoologie sind nur allgem. Gesichtspunkte 627.
Geschlechtsorgane, künstliche Bildung der 212 fg.
Geschmacksqualitäten, Beziehungen zw. den G. und dem physikalisch-chemischen Verhalten der Schmeckstoffe 491 fg.
Geschmackssinn 495 fg.
Gewächse, Lichtgenuss der 8 fg.
Gewässer, Gasgehalt der im Winter 783 fg.
Gingkobiloba 184.
Ginkyo biloba 475 fg.
Gleichgewicht, morphologisches 93.
Gleichgewichtserscheinungen 285.
Gleitmechanismus, der im Pflanzenreiche 385 fg.

Digitized by Google

Gliacoccus 428.
Globularicae 190.
Gloxinia speciosa 192.
Glyceria spectabilis 565.
Glyptodontiden 301.
Gnetum Gnemon 482.
Gobio fluviatilis 788.
Golenkinia radiata 315 fg.
Gomphonema acuminatum 99, *G. constrictum* 99.
Gordiiden 409.
Gramineen 353.
Grunddiatomeen 387.
Gymnodinium 141 fg., *G. palustre* 142, *G.*, amöboide Bewegung 144, *G. hyalinum* 144.

H.

Haarwechsel 203 fg.
Harn, Atlas der klin. Mikroskopie 816.
Harnstoff, Bedeutung der Synthese des 84 fg.
Hatteria 252.
Heleoplankton 317.
Helleborus 392,
Heliotropismus 297.
Heloderma horridum 642.
Hepaticae 390.
Hering, Naturgeschichte des H, 363 fg.
Hetaerius ferrugineus 287.
Heterdspezinae 529.
Hexaminatus inflatus 627.
Hieracium villosum 303, 329.
Histeridae 287.
Holoneurus muscicolus 567.
Homologie, Begriff der 41, 118.
Hormatica tuberculata 635.
Hormomyia-Arten 531, *H. fasciata* 542, *H. tuberifica* 546.
Hudsonella pygmaea 97, 102.
Humulus lupulus 562.
Hyalodaphnia Kahlbergensis Schoedl. 96.
Hybridation 122.
Hydatoden 326 fg.
Hydrangea hortensia 350.
Hydrodictyon 218.
Hydrocharis 394.
Hydroscaphidae 287.
Hydrotropismus 288.
Hygrophyten 227.
Hymenomyceten 222.
Hypoblast, Ursprung des 412.
Hyracotherium 301.

I.

Ichthyophis 405.
Ide 114.
Immunisierungstheorien 800 fg.
Immunitätseinheit 805.
Individuell-zufällig, aber nicht gesetzlos 372.
Infusorien, ciliate 153, I., phylogenet. Ursprung 733.
Insekten, Entwicklung der Flügel der I. mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer 779.
Instinkte 45.
Intelligenz, bewusste und unbewusste 113 fg.
Interferenzzellen 206.
Joannisia muscorum, palustris 567.
Iridomyza Kaltenbachii 532, 565.
Iris pallida 329, *I. falcifolia* 442.
Jungermaniales 390.
Juniperus alpina 337, *J. communis* 337.
Jussiea 229.

K.

Käfer, von Mitteleuropa 286 fg.
Käferdeckflügel, Bedeutung 783.
Kalkkarbonat, Bemerkungen über die Entstehung von 681 fg.
Kastration, parasitische 352.
Keimblätterproblem 48.
Keimblätterzellen 411 fg.
Kerne, Entstehung der 418 fg.
Kernspezifikation, Roux-Weismann'sche 53.
Kieselpanzer, Skulptur des 119.
Klassifikation, nur relativer wissenschaftlicher Wert 40.
Klumpfuß, Beseitigung durch richtige Beanspruchung 741.
Knochen, Gesetz der Transformation der 740.

Digitized by Google

Knochenfische, Bedeutung des Periblastes in der Entw. des 486 fg.
Knochengestalt, Lehre von der funktionellen 738 fg.
Kohlehydrate, Erzeugung der in den Chromatophoren 85.
Konjugation, totale 153, terminale 155, Ersetzung durch vegetatives Wachstum bei niederer Temperatur 217, 456 fg.
Kontinuität, Zur chemischen K. der lebendigen Substanz 571 fg.
Konsortium, morphol. Einheit des 118.
Konstanz, Stufen der 303.
Kopulation 456 fg.
Korrelation, der Abweichungen, der Eigenschaften 369.

L.

Lacerta muralis coerulea 333, 404.
Labiaten, dorsiventral 148, 150, Abstammung 190.
Laboulbeniaceen 222.
Lagena 778.
Laysan, Avifauna u. a. m. 622.
Lamellibranchiaten 139.
Lamium maculatum 191.
Larix Europaea 14, 230.
Lasioptera arundinis 539, *L. calamagrostidis* 565.
Lasius flavus 200 fg., *L. alienus* 287, *L. niger* 287, *L. alienus* 656.
Latebra, Purkinje'sche 415.
Lathraea 118.
Leben, Einfluss des L. aus mechan. Grundlagen 590 fg.
Leguminosen, dorsiventral 148, 353.
Leitungsbahnen, im Gehirn u. Rückenmark 752.
Lema asparagi, *L. merdigera* 779.
Lentibularien 149, 190.
Leonurus Cardiaca 192.
Lepidopterenfauna Badens, Uebersicht der 30 fg., experim. Untersuchungen mit L. 75 fg.
Leptinidae 287.
Leptynia hispanica 352.
Leptodora hyalina 97, 98.
Leptodorus 298.
Lestodiplosis 532, *L. livae* 562.
Lestreminae 529.
Leuciscus erythrophthalmus, phoxinus, rutilus 788.
Licht, paralleles und diffuses, seine Wirkung 6 fg., größere Bedeutung des diff. Lichts für die Pflanze 9 fg.
Lichtökonomie, größte bei euphotometrischen Blättern 9.
Lilium candidum 437, *L. Martagon* 480.
Limacina balea 369.
Limnanthemum nymphaeoides 394.
Limnobia dumetorum 561.
Limnoplankton 314.
Linaceae 148.
Linaria spuria, Blütenanomalien bei 145 fg., 185 fg., *L. vulgaris* 145, 193.
Lineen 353.
Lingula 301.
Lininoblast 131 fg.
Linsenregeneration 49.
Liriodendron 12.
Lisione 22.
Lithophyten 232.
Livia juncorum 562.
Lobelia 190.
Lobiger 502.
Lokalform, biolog. u. morphologischer Begriff 364.
Lonicera 190.
Lophopus 346.
Lösungen, molekular-kinet. Theorie der 271 fg., feste Lösungen 281, Bedeutung für die Pharmakologie 283.
Lupinus 353.
Lupulin 182.
Lygodactylus pictoratus 549 fg.
Lysidice fallax 270.

M.

Macroglossa stellatarum 350.
Macrolabis 540 fg.
Malpighi'sche Gefäße 126 fg., 167 fg., physiol. Bedeutung 171.
Marchantia 324.
Marchantiales 390.
Massenwirkung, Gesetz der 285.
Mastogloia Smithii, var. *lacustris* 99.
Melampyrum arvense 351.
Melanoblasten 207 fg.

Digitized by Google

Meloë 169.
Melosira crenulata 99, *M. nummuloides* 217.
Membransubstanz 282.
Menyanthes trifoliata 394.
Menstruation, Abhängigkeit von der Luftelektrizität u. damit vom Monde 255.
Merkmale, Methode der kombinierten 366 fg.
Mergus merganser 645.
Mesenchym 49.
Mesoblast, Entstehung des 412 fg.
Miastor subterranea 567.
Mikrogonidien 154.
Milchsäurebakterien, Wirkung des Hopfenharzes auf 183.
Mischgeschwülste 815 fg.
Misgurnus fossilis 788.
Modderula, einfacher gebaut als eine Zelle 728.
Möekia 390.
Molekularmechanismen, Verschiedenheit der 572.
Molge palmata 328, *M. vulgaris* 328.
Molinia coerulea 566.
Monadinen 423.
Monarthropalpus buxi 545.
Monocanthus 507.
Monocotylen 393.
Monocentris japonicus 511.
Monotropa 118.
Morphologie, Methode der 33, experimentelle M. 288.
Moschuspilz 285 fg.
Mucor 210, 212, (*racemosus*) 221, *M. Mucedo* 324.
Muskeldrüsenzellen 137.
*Myceliu*m-Fäden 118.
Mycodiplosis 535, *M. coniophaga* 563.
Mycorhizen 231.
Myrmecophilie 654 fg.
Mytilaspis fulva, pomorum 635.

N.

Nährstoffe, Einfluss mineral. N. auf Form und Struktur der Pflanzen 353 fg.
Nativität, Periodizität der 243 fg.
Navicula ambigua 99, *N. amphigomphus* 99, *N. amphirhynchus* 99, *N. bacilliformis* 99, *N. bacillum* 99, *N. cuspidata* 99, *N. elliptica* 99, *N. humilis* 100, *N. limosa*, var. *gibberula* 100, *N. menisculus* 100, *N. oblonga* 99, *N. producta* 100, *N. radiosa* 99, *N. scutelloides* 100, *N. trochus* 100.
Nectarien 146.
Negativitätswelle 290.
Nematoden, besondere Zellen in der Leibeshöhle der 407 fg.
Neottia 118.
Nephrodium callosum 391.
Nereis 22, 270.
Nerven, Endkörperchen der sensiblen N. des Zahnbeins 240
Nervensystem, Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des N. 517 fg.
Neuronenlehre 704.
Niere der Tektibranchier 501.
Nisus formativus 742.
Nitella syncarpa 289 fg.
Nitzschia angustata 100, *N. linearis* 100, *N. sigmoidea* 100, *N. vermicularis* 100.
Noduli Arantii, ihr Zweck 506.
Notarchus 500.
Notholca longispina 97, 102.
Nuphar 395.
Nymphaea 394.

O.

Oberlicht, seine Wirkung im Vergleich zum Vorderlicht 5.
Ochreae 392.
Oceneria dispar 683.
Odontomantis javana 634.
Oedem, molekularkinet. Auffassung 280.
Oedogonium 210.
Oele, ätherische, ihre biol. Bedeutg. 181.
Okenia hypogaea 389.
Oligarces paradoxus 544.
Oligotrophus ruber 530, *destructor* 535, *annulipes* 362, *avenae*, *dactylides*, *destructor*, *hierochloae*, *Joannisi*; *bimaculatus*, *moliniae*; *lanceolatae*, *poae*, *radicificus*, *ventricolus*; *alopecuri* 568; *caprea*, *bursarius*, *fagi* 569; *Réaumurianus* 570; *betulae* 594.

Digitized by Google

Oncholaimus 407 fg., *O. fuscus* 410.
Ontogenie, als Naturgesetz 114, der Organismen 115.
Ophioglossum 392.
Ophrydium versatile 158.
Ophrys aranifera 434.
Optimum, ökolog. u. harmonisches 229.
Oosporenbildung 773.
Orchideen, dorsiventral 148.
Organisation, Wesen der 81 fg., 113 fg, dynam. Erklärung 85, Mannigfaltigkeit der O. 119 fg.
Organisationsfaktoren 54.
Organismen, Variabilität der 116, allmähliche Variation nach Darwin 195, spontane Veränderungen 304 fg., Wahlvermögen 331, Verharrungstendenz 332.
Organismengattung, Selbständigkeit u. Begriff der 295 fg., 327 fg.
Origanum vulgare 540.
Orobanche 118, 190.
Orychium japonicum 391.
Oscanius 497.
Oscillarien 387.
Owenia fusiformis 136 fg.
Oxalidaceae 148.
Oxalis 184.
Oxyris elatior 393.
Oxyuris vermicularis, Vorliebe für Vollmondnächte 261.

P.

Pachylemuria 299.
Palaemon squilla 701, *treillanus*, *vulgaris* 702 fg.
Palaemonetes 298.
Palmellaceen 314.
Palolo 15 fg., P.-Samen 18, P.-Steine 20, P. identisch mit *Lysidice viridis* Gray, sein Erscheinen 26 fg., 237 fg., 241 fg., 269 fg., 553 fg.
Pangene 114.
Papilio nireus 717.
Paramecium 298, *P. putrinum* 423, 429.
Parapodien 270.
Parasiten 118.
Parmentiera cerifera 326.
Parthenogenese, Ursachen 313.
Paussus turcicus, Zur Anatomie und Biologie von 654 fg.
Pedalion mirum 318.
Pediastrum 218, 317.
Peireskia 120.
Pelargonium zonale 7, 12.
Pelomyxa pallida 735.
Peloria 147, *P. anectaria* 149, 193.
Pelorienbildung, Ursache 149.
Pentastomen, systemat. Stellung der 608 fg., *P. taenioides* 608, Nervensystem 610, allgem. Organisation fg. Abstammung 613 fg.
Peridinium tabulatum 97, *P. bipes* 102.
Permeabilität der Zellen 283.
Peronosporeen 221.
Pezisa 222.
Pflanzen, Einwanderung in den Wald 6, Selbstschutz gegen Pilze 177, pilzfeste Pflanzenteile 177, Pilzgifte in Pfl. 178, Pfl.-Geographie 226 fg., Pfl.-Formation 231 fg., Pfl.-Genossenschaft 232, Organographie 236 fg., Einfluss des Lichts auf das Wachstum 324 fg.
Phaeophyceen 308.
Phagocytose 197 fg.
Phanerogamen 118.
Phaseolus multiflorus 13.
Phenacodus 301.
Philine 501.
Phototropismus 288.
Phycomyceten 221.
Phylembryonen 121.
Phylogenie, Möglichkeit und Wert der als Wissenschaft 37 fg., des Pflanzenreichs 225.
Phyllerium impressum 562.
Phyllodoce 22.
Phylloxera vastatrix 530.
Pigment, melanotisches 203, P.-Bildung in den Schmetterlingsflügeln 623 fg., Bildungsweise des dunkeln P. bei den Mollusken 681 fg.
Pilocereus 324.
Pilze, Selbstschutz der Pflanzen gegen P. 177 fg, Erzeugung einer höheren Fruchtform 213, Physiologie der Fortpflanzung 771 fg.
Pinus sp. 2, *P. Laricio* 2.

Digitized by Google

Pinnularia major 100, *P. nobilis* 100, *P. viridis* 100.
Pirus communis 323, *P. malus* 323.
Planarien-Arten 19.
Plankton 59, des Arendsees 95 fg., Zur Kritik der Planktontechnik 584 fg.
Planktondiatomeen 387.
Plasmodium, lebendes 84, bei Myxomyceten und Physareen 388.
Platypsyllidae 287.
Plathydactylus facetanus 397.
Plethodon 336.
Pleurobranchaea 499 fg.
Pleurodeles Waltlii aspera 338.
Pleurosigma acuminatum 100, *P. attenuatum* 100.
Podophrya 459.
Polygordius 137.
Polycystis 315 fg.
Polygoneen 353, 392.
Polygoneum cuspidatum 393.
Polypodium pustulatum 391.
Polypterus 505.
Pompholyx complanata 102.
Populus 6, *P. tremula* 7 fg., 549, 562.
Primula 336, *P. elatior* 329, *P. officinalis* 329.
Prionellus muscicolus 567.
Proteus anguineus 207.
Protococcaceen 314 fg.
Protonematoidembryonen 311.
Protoplasma 84, P. der Protisten 575 fg., Theorien des Pr.-Baues 667 fg, 729.
Protozoenkeime, die Pr. im Regenwasser 421 fg., 456 fg.
Prunus Armeniaca 12, *P. Arium* 13. *P. cerasus* 323.
Psammophyten 232.
Pselaphidae 287.
Pseudopodienbildung bei Dinoflagellaten 141 lg.
Psychologie, objektive 521 fg., als Physiologie 524.
Psyllopsis fraxini 561.
Pteridophyten, Gametophyt und Sporophyt bei den 209.
Pteropus 172.
Pubertätsborsten 270.
Puccinia graminis 215.

Q.

Quercus macranthera 323, *Q. sessiliflora* 329, *Q. xalapensis* 329, *Q. alba coccifera* 562.

R.

Radiolarien, Weiterentwicklung der 300 fg.
Rana esculenta 335, *R. fusca* 335.
Ranunculaceae 148, *R. cassubicus* 392, *R. fluitans* 394.
Raphidium polymorphum 317.
Rassendiagnose 367 fg.
Rassenmerkmale, Erblichkeit der 381.
Raupen, Falter aus kastrierten 682 fg.
Rechtshändigkeit, physiol. Erklärung der 644 fg.
Regressivmetamorphose 48 Anm.
Reizwelle 290.
Reservestoffe 278 fg.
Rhabdostylon sertularium Kent 96.
Rheotaxis 288.
Rheotropismus 288, 297.
Rheum 392 fg.
Rhizoma Galangae 178.
Rhizomastiginen 144.
Rhizomorphen-Stränge, Wachstum der 389.
Rhizosolenia longiseta 317.
Rhynchonerella comes 270.
Rhopalomyia artemisiae 543, *Magnusi* 568, *cristae galli* 596.
Ribes Gordonianum 323, *R. Grossularia* 323.
Riccia 224, *R. canaliculata* 330, *R. fluitans* 330.
Robinia Pseudoacacia 3, 6, 326.
Rosa canina 323.
Rotatorien 59, R., die Geschlechtsteile entstehen aus dem Entoblast 68.
Rumex 184, *R. obtusifolius* 321, 392, *R. Patientia, R. alpinus.*
Rübsaamenia 535.

S.

Sacculina fraissei 683.
Sagittaria natans 305. 330.

Digitized by Google

Saisonrassen 366.
Salamandra maculata atra 203, 336, *S. maculosa* 642.
Salix-Arten 5, 6, *laurina* 328.
Salvia Horminum 349.
Sambucus nigra 9.
Sanicula europaea 6.
Saprolegnia 212, 326, 771.
Saprophyten 118.
Saxifraga crassifolia 392.
Scaphander 497, *S. lignarius* 502.
Scaphidiidae 287.
Scenedesmus quadricauda 315 fg.
Schale, Rückbildung bei Tektibranchiern 497.
Schauapparate 349.
Schizocerca diversicornis 318.
Schizophyceen 315.
Schleimbildungen, Funktion der oberfl. 385 fg.
Schlummerzellentheorie 364.
Schmecksteffe 491.
Scirpus 544.
Scydmaeniden 287.
Scymus ater, als Angreifer der Gallmückenlarven 607.
See, der biol. Begriff 313,
Selbstregulation 454 fg.
Selektion 121.
Sexualorgane, Ausbildung 235.
Silphidae 287.
Siphoneen 119.
Siredon pisciforme 204, 330.
Solaneen 353.
Somatoblast, Nichtvertretbarkeit d. 52.
Sorex 174.
Spathodea campanulata 326.
Spathula sternalis 532.
Species, Begriff Linné's 302 fg., der jetzige 327 fg., 376 fg.
Spermatozoiden, bei Moosen u. Farnen 225.
Spermogonien 214.
Sperrvorrichtungen im Tierreiche 504 fg.
Sphaeriadae 287.
Sphaerocystis Schroeteri 102, 318.
Sphaeroplea annulina 218.
Sphaerotheca 222.
Spirogyren 217, 387.
Sporidien 425.
Sporodinia 212.
Sprosswechsel 215.
Squilla mantis 762.
Staphylinidae 287.
Staurastrum 315, *St. gracile* 97.
Stauronais phoenicenteron 100.
Stegocephalen 391.
Stenorhynchus phalangium 683.
Stephanodiscus astraea Grun. 99, *St. linearis* var. *constricta* 100.
Sticta 118.
Stylonychia mytilus 156, 424, 429.
Stützzellen 130.
Strix richardsoni 636, *St. tengmalmi* 636.
Strobili Lupili 182.
Substanz, Konstitution u. Reizleitung der lebenden 289 fg., 571 fg.
Surirella biseriata 100.
Symmetrieformen, radiäre und dorsiventrale 148, Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche 625 fg.
Symphilie, als Beweis gegen die Selektionstheorie 658.
Symphytum officinale 561.
Synchaeta pectinata 318.
Synedra delicatissima 97, 141, *S. ulna* 100.
Syringa persica 7, *S. vulgaris* 7.
Syzygie 155.
Süßwasserbiologiestationen, in Amerika 339 fg.

T.

Tabellaria fenestrata 319, var. *asterionelloides*.
Tagpfauenauge, Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Puppe vom 712 fg.
Talpa 176.
Tamarindus indica 184.
Tanacetum vulgare 184.
Tarsius 172.
Teich, biol. Begriff 312 fg., im Unterschied von einem See.
Telegonie 490.
Teleutosporen 214.
Tenebris molitor 779.
Teucrium Scorodonia 307.
Tetranychus telarius 562.
Tetrodon 506.
Thallophyten, Generationswechsel 209.

Digitized by Google

Theorie, dynam., der Vererbung 114.
Thermotaxis 288.
Thermotropismus 288.
Thigmotropismus 288.
Thlaspum alpestre 230.
Thrixion Halidayanum 351 fg.
Thurania aquatica 536, 565 fg.
Toxine und Schutzstoffe 799 fg.
Tradescantia zebrina 13, 393.
Transformation u. Paläontologie 298 fg.
Transmutationstheorien, phylogenetische 116, 297 fg.
Traumatropismus 288.
Triaena 394.
Triarthra longiseta 318.
Trichodina 155.
Trichomanes 330, *T. radicans* 391.
Trichomonaden 426.
Triton cristatus, *T. taeniatus* 203, 328, 338, *T. marmoratus* 328.
Trockenheit, physiologische 227.
Tropaeolaceae 148.
Tropaeolum peregrinum, *T. tricolor* 329, *T. atrosanguineum*, *T. maius* 332.
Tropidonotus natrix, Urdarm u. Canalis neurentericus bei 396 fg., *T. tesselatus* 401.
Tropidurus 328.
Tropophyten 227.
Tupaja javanica 173 fg.
Turgor (Binnendruck) 277 fg.

U.

Uebergang, kontinuierlicher oder sprungweiser 330.
Umbraculum Podomitrium 300.
Umbrella 497.
Ungulaten 175.
Uredineen, Generationswechsel 214, Entwicklung der Spezies 223.
Uredosporen 214.
Urnatella 346.
Urniere 503.
Uromastrix acinthinurus 252.
Uromyces Polygoni 214.
Urticaceen 353.
Ur-Umbellifere 118.
Urzellen 117.
Urzeugung 117.
Usnea 118.
Utricularia 149.
Uvella 428.

V.

Vacuna dryophila 549.
Valeriana Phu 392.
Valerianella auricula, *V. coronata*, *V. eriocarpa*, *V. Szovitsiana* 392.
Valisneria 394.
Vanessa antiopa, *V. io*, *V. polychloros*, *V. urticae*, *V. xanthomelas* 337.
Variation, sprungweise 195, Gesetzlichkeit aller V. 305, individ. Variabilität geregelt und begrenzt, Zustand 373, individ. Variation im Embryonalleben 443 fg., 744 fg.
Variationsbewegung bei Blättern 9.
Varietät, Unterschied zwischen V. und Spezies 334.
Vaucheria 210.
Verbenaceae 190.
Vereinigung, symbiotische 118.
Vererbung, Begriff 36 fg., 54 fg., 308.
Vererbungskörper, dreifache 114.
Vererbungssubstanz 726.
Vermehrung, durch Zoosporen, Conidien, Knospen 210 fg., Mycelwachstum, Oosporen, Gemmen 212.
Verpilzung 177.
Vervollkommnungstendenz Nägeli's 116, 308.
Viburnum Lantana 7, 562.
Vicia, Zunahme des osmot. Druckes bei Plasmolyse 279.
Viola lutea 230, *odorata*, *V. tricolor* 351, *V. silvestris* 392, var. *calaminaria* 230.
Viscum album 389.
Volumzunahme, Erklärung der V. eines Gewebes 279.
Volvox globator 428.
Vorticella ascoideum 426, 429, *V. microstoma* 426, 462, *V. monilata* 154, 160, 423, *V. nebulifera* 100.
Vorticellina, totale Konjugation bei 153 fg.

Digitized by Google

W.

Wachstumsgesetz der strahlig gebauten Tiere 650.
Wasmanniella aptera 543.

X.

Xerophyten 227.

Z.

Zahnhistologie 240.
Zamia integrifolia 475.
Zanardinia collaris 311.
Zeit, biolog. nur Maßstab f. d. Energiemenge, der ein Organismus zu einer Veränderung bedarf 307.
Zelle, Wesen und Funktionen der Z. 85 fg., pigmentbildende Z. 203 fg., osmot. Druck in Z. 279, Permeabilität 282 fg., Zellentwicklung 421, chem. Energie der lebenden Z. 558 fg., Struktur 574 fg., Tektonik der Z. 653, Zellstudium und wissenschaftl. Medizin 658 fg., 761 fg., Zellkerntheorien 671 fg., Schema des Zellenbaues 678 fg., Zellgranulationen 695 fg., Zellorgane 722 fg., Pathologie der Z. 724, Phylogenese 735 fg., Zellvermehrung 738, Definition der Z. 758.
Zellenhomologien 35 fg.
Zellenlehre, der gegenwärtige Stand der 657 fg., 689 fg., 721 fg., 753 fg., Entwicklung der Z. 661 fg.
Zellfäden 118.
Zellprotoplasma, Quellungen im 277.
Zoidiogamie 474 fg.
Zoogloea 428.
Zoosporenbildung 772.
Zoothamnium 157
Zuchtwahl, gesetzmäßige 332.
Zweckmäßigkeit, von Organen 119, Unzweckmäßigkeit 119 fg.
Zygoten 212, 482.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google